

Rockchip RK3399

挖掘机

用户使用指南

发布版本:V3.0

日期:2019.03.05

前言

概述

本文档主要介绍 RK3399 挖掘机和蓝宝石基本功能特点和硬件特性、多功能硬件配置、软件调试操作使用方法，旨在帮助开发人员更快、更准确地使用 RK3399 开发板，熟悉 RK3399 芯片方案。

产品版本

本文档对应的产品版本如下：

| 产品名称 | 产品版本 |
|--|--|
| Sapphire 蓝宝石 | RK_SAPPHIRE_SOCBOARD_RK3399_LPDDR3D178P232SD8_V12_20161110 |
| Excavator 挖掘机 | RK_EXCAVATOR_MAIN_V13_20170911 |
| eDP 显示屏 (iPadmini2 分辨率 1536 x 2048) | RK_EVB_ExtBoard_eDPDisplay_V10_20171013 |

适用对象

本文档主要适用于以下工程师：技术支持工程师、单板硬件开发工程师、嵌入式软件开发工程师、测试工程师。

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。

| 版本 | 修改人 | 修改日期 | 修改说明 | 备注 |
|------|-----|------------|--|----|
| V1.0 | 黄雄山 | 2016-08-29 | Initial Release | |
| V2.0 | 黄雄山 | 2018-04-24 | 1、依据最新 EVB 硬件，更新图片。 2、增加 MIPI 接口的使用说明。 3、修改格式排版。 | |
| V3.0 | 黄雄山 | 2019-03-05 | 1、修改笔误。 | |
| | | | | |

缩略语

缩略语包括文档中常用词组的简称。

| 缩略词 | 英文描述 | 中文描述 |
|------------------|---|--|
| eDP | Embedded DisplayPort | 嵌入式数码音视讯传输接口 |
| HDMI | High Definition Multimedia Interface | 高清晰度多媒体接口 |
| I ² C | Inter-Integrated Circuit | 内部整合电路(两线式串行通讯总线) |
| JTAG | Joint Test Action Group | 联合测试行为组织定义的一种国际标准测试协议 (IEEE 1149.1 兼容) |
| LDO | Low Drop Out Linear Regulator | 低压差线性稳压器 |
| MIPI | Mobile Industry Processor Interface | 移动产业处理器接口 |
| PMIC | Power Management IC | 电源管理芯片 |
| PMU | Power Management Unit | 电源管理单元 |
| RK | Rockchip Electronics Co., Ltd. | 瑞芯微电子股份有限公司 |
| SD Card | Secure Digital Memory Card | 安全数码卡 |
| SPDIF | Sony/Philips Digital Interface Format | SONY、PHILIPS 数字音频接口 |
| TF Card | Micro SD Card(Trans-flash Card) | 外置记忆卡 |
| USB 2.0 | Universal Serial Bus | 通用串行总线 |
| TYPE-C | Universal Serial Bus TYPE-C | 通用串行总线 |
| USB 3.0 | Universal Serial Bus | 通用串行总线 |
| PCIE | Peripheral Component Interconnect Express | 外围组件快速互连 |
| | | |
| | | |

目录

目录

| | |
|----------------------------|----|
| 用户使用指南 | I |
| 前言 | 2 |
| 目录 | 4 |
| 插图目录..... | VI |
| 表格目录..... | 2 |
| 1 系统概述 | 3 |
| 1.1 RK3399 芯片概述..... | 3 |
| 1.2 RK3399 芯片框图..... | 3 |
| 1.3 挖掘机系统框图 | 4 |
| 1.3.1 RK3399 挖掘机系统框图..... | 4 |
| 1.3.2 功能概括..... | 4 |
| 1.3.3 PCB 功能接口: | 6 |
| 1.3.4 功能模块布局: | 7 |
| 1.4 挖掘机开发板组件 | 8 |
| 1.5 挖掘机开关机和待机 | 8 |
| 1.6 挖掘机驱动升级 | 8 |
| 1.6.1 USB 驱动安装 | 8 |
| 1.6.2 驱动升级方式..... | 9 |
| 1.7 串口调试 | 11 |
| 1.7.1 SecureCRT 串口工具 | 11 |
| 1.7.2 ADB 调试..... | 12 |
| 2 挖掘机硬件介绍 | 14 |
| 2.1 整体效果图 | 14 |
| 2.1.1 挖掘机主板实物图: | 14 |
| 2.1.2 eDP 屏实物图: | 15 |
| 2.1.3 整机组装图: | 16 |
| 2.2 I2C 地址: | 17 |
| 2.3 扩展连接座信息 | 17 |
| 2.4 开发板参考图 | 18 |
| 3 主板模块简述..... | 19 |
| 3.1 电源输入 | 19 |
| 3.2 314PIN 显卡连接座..... | 20 |
| 3.3 存储器 | 20 |
| 3.4 按键输入 | 21 |
| 3.5 红外接收头 | 22 |
| 3.6 重力传感器 | 22 |
| 3.7 陀螺仪 | 23 |
| 3.8 指南针 | 23 |
| 3.9 霍尔传感器 | 23 |

| | | |
|------|----------------------------|----|
| 3.10 | 光感 | 23 |
| 3.11 | 视频输出接口 | 23 |
| 3.12 | HDMI 输出 | 27 |
| 3.13 | 音频输入输出 | 27 |
| 3.14 | SPDIF 输出 | 28 |
| 3.15 | USB OTG/HOST 接口 | 28 |
| 3.16 | 以太网 | 31 |
| 3.17 | TF/SD Card 接口 | 32 |
| 3.18 | GPIO/I2C/SPI/CIF 扩展口 | 32 |
| 3.19 | WIFI+BT 模组 | 34 |
| 3.20 | UART Debug 调试口 | 35 |
| 3.21 | 阵列 MIC | 35 |
| 3.22 | Pcie 接口 | 36 |
| 3.23 | MIPI Camera | 37 |
| 4 | 注意事项 | 41 |
| 4.1 | 注意事项 | 41 |

插图目录

| | |
|--|----|
| Figure 1-1 RK3399 芯片框图 | 3 |
| Figure 1-2 RK3399 挖掘机系统框图 | 4 |
| Figure 1-3 挖掘机功能接口分布图 | 7 |
| Figure 1-4 驱动安装成功示意图 | 9 |
| Figure 1-5 进入 Maskrom 烧写模式工具上示意图 | 9 |
| Figure 1-6 进入 Loader 烧写模式工具上示意图 | 10 |
| Figure 1-7 获取当前端口 COM 号 | 11 |
| Figure 1-8 串口工具 SecureCRT 界面 | 11 |
| Figure 1-9 配置串口信息 | 12 |
| Figure 1-10 配置串口工具选项 | 12 |
| Figure 1-11 ADB 连接正常 | 13 |
| Figure 2-1 挖掘机主板正面图 | 14 |
| Figure 2-2 eDP 显示屏全视图 | 15 |
| Figure 2-3 挖掘机组装完成全视图 | 16 |
| Figure 2-4 间距 0.5mm 立式双排 30PIN PCB 封装图 | 18 |
| Figure 3-1 充电 IC 和 DC12V 输入 | 19 |
| Figure 3-2 双节电池输入 | 19 |
| Figure 3-3 核心板和底板连接方式 | 20 |
| Figure 3-4 EMMC 和 LPDDR3 | 21 |
| Figure 3-5 进入 Maskrom 烧写模式按键 | 21 |
| Figure 3-6 系统按键示意图 | 22 |
| Figure 3-7 IR 接收头 | 22 |
| Figure 3-8 板载 Sensor 示意图 | 23 |
| Figure 3-9 视频输出接口 | 24 |
| Figure 3-10 HDMI OUT 输出 | 27 |
| Figure 3-11 音频输出和输入接口 | 27 |
| Figure 3-12 SPDIF 输出接口 | 28 |
| Figure 3-13 USB2.0 HOST 接口 | 28 |
| Figure 3-14 USB3.0 HOST 接口 | 29 |
| Figure 3-15 USB2.0 HOST 接口 | 29 |
| Figure 3-16 USB2.0 HOST 接口和 HDMI IN 输入接口 | 30 |
| Figure 3-17 USB TYPE-C 接口 | 31 |
| Figure 3-18 RJ45 接口 | 31 |
| Figure 3-19 TF 卡接口 | 32 |
| Figure 3-20 GPIO/I2C/SPI/CIF 接口信号 | 32 |
| Figure 3-21 挖掘机和蓝宝石上接口位置图 | 33 |
| Figure 3-22 WIFI/BT 和 ANT | 35 |
| Figure 3-23 USB Debug 接口 | 35 |
| Figure 3-24 MIC ARRAY | 36 |
| Figure 3-25 PCIE 连接座 | 36 |
| Figure 3-26 跳帽选择 | 37 |
| Figure 3-27 MIPI_RX 和 MIPI_TX/RX | 37 |

| | |
|----------------------------|----|
| Figure 3-28 摄像头转接板接口 | 38 |
| Figure 3-29 摄像头连接示意图 | 38 |
| Figure 3-30 摄像头资料说明 | 40 |

表格目录

| | |
|---|----|
| Table 1-1 PCB 功能接口介绍 | 6 |
| Table 2-1 I2C 通道挂载的外设地址和 IO 电平值对应表..... | 17 |
| Table 3-1 MIPI_TX 信号定义图 | 25 |
| Table 3-2 MIPI_TX/RX 信号定义图..... | 25 |
| Table 3-3 Edp 信号定义图 | 26 |
| Table 3-4 USB TYPEC 信号顺序图..... | 30 |
| Table 3-5 USB TYPEC 做 DP 输出信号对应图..... | 30 |
| Table 3-6 信号复用信号图..... | 33 |
| Table 3-7 GPIO/I2C/SPI/CIF 信号定义 | 34 |
| Table 3-8 MIC ARRAY 信号定义顺序..... | 36 |
| Table 3-9 MIPI RX 信号定义图..... | 39 |
| Table 3-10 OV13850 摄像头管脚定义 | 40 |

1 系统概述

1.1 RK3399 芯片概述

RK3399 为双核 Cortex-A72，四核 Cortex-A53 低功耗高性能的处理器，可应用于计算机、平板、个人移动互联网、数字多媒体设备、服务器和 AI 产品。

可以支持的多格式视频解码器：H.264/H.265/VP9 支持到 4Kx2K@60fps，特别是 H.264/H.265 解码器支持 10bits 的编码、H.264/MVC/VP8 解码器支持 1080p@30fps，高质量的 JPEG 编解码和特殊的图像预处理和后处理。嵌入式 3D GPU 使 RK3399 完全兼容 OpenGL ES1.1/2.0/3.0/3.1，OpenCL 和 DirectX 11.1。

RK3399 有高性能的双通道的外部存储器接口，保证系统高容量高稳定的运行内存带宽，支持 DDR3、DDR3L、LPDDR3、LPDDR4 等多种内存型号。

1.2 RK3399 芯片框图

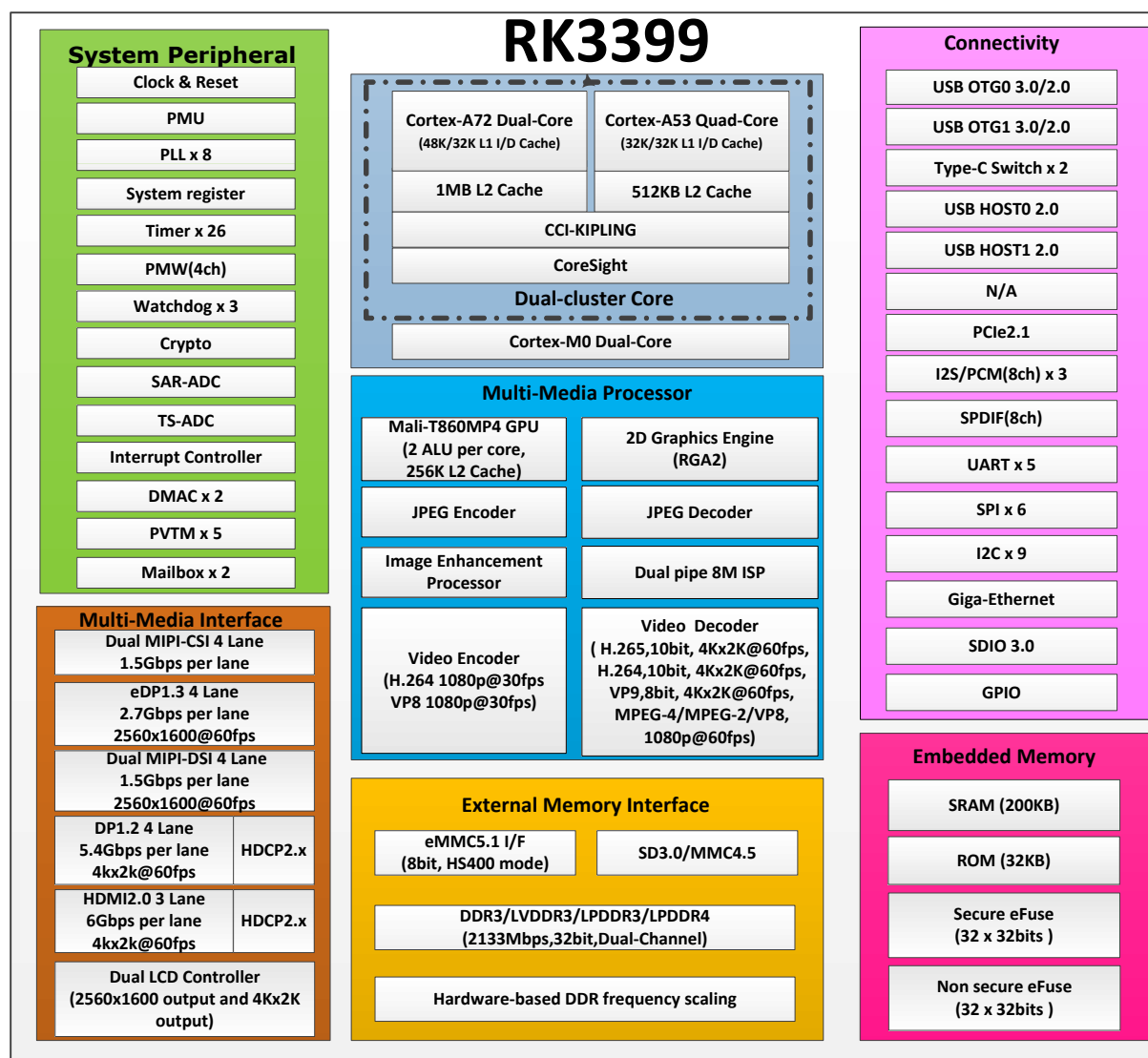


Figure 1-1 RK3399 芯片框图

1.3 挖掘机系统框图

1.3.1 RK3399 挖掘机系统框图

RK3399 挖掘机系统采用 RK3399 为系统核心芯片，采用 PMIC RK808 为电源管理芯片，加上外围的 BUCK 和 LDO 电源芯片，使用 LPDDR3、eMMC 和功能外设设备，集成了一个稳定的可量产化的方案。详细的框图如下：

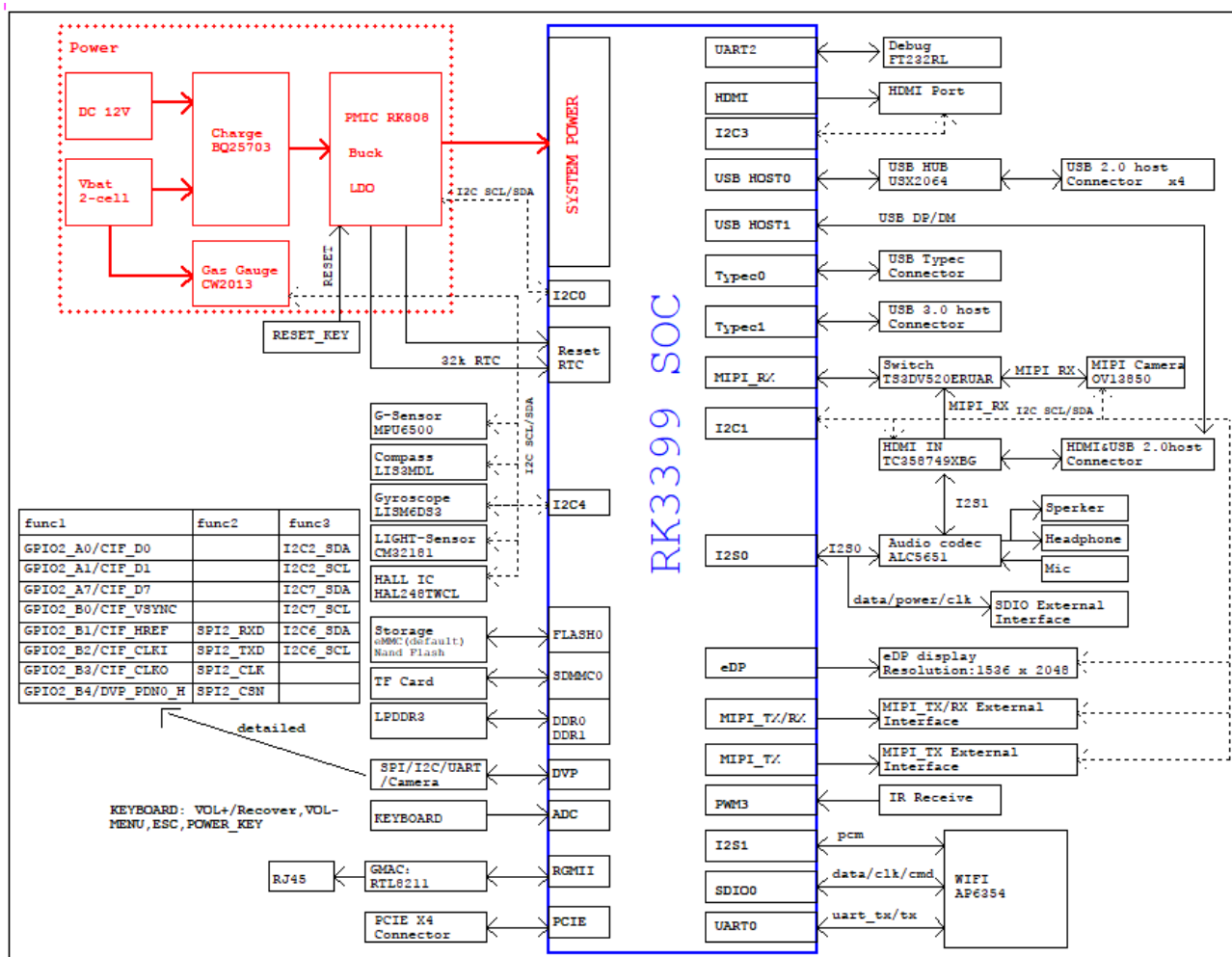


Figure 1-2 RK3399 挖掘机系统框图

1.3.2 功能概括

RK3399 挖掘机包含的功能如下：

- ✧ 三种 MIPI 通道：MIPI TX 外接 MIPI 显示屏、MIPI_RX 外接 MIPI 摄像头、MIPI_TX/RX 跟 MIPI_TX 配合外接双 MIPI 显示屏或者接 MIPI 摄像头。
- ✧ GPIO/SPI/I2C/UART interface：接口定义顺序跟树莓派一致，给用户丰富的低速扩展接口，方便调试模块。
- ✧ MIC Array interface：I2S Signal，用户可以外接 MIC 阵列板，现在还没有对应的转接板，用户自行设计转接板。
- ✧ TF Card：可以外接 TF 卡，扩展系统存储容量。
- ✧ USB 3.0 HOST：可以接鼠标、U 盘、USB HUB 等设备。

- ✧ USB 2.0 HOST: 可以接鼠标、U 盘、USB HUB 等设备。
- ✧ eDP 1.3 (4 lanes with 10.8Gbps): 外接 eDP 显示屏, 系统显示界面。
- ✧ TOUCH: 触摸 IC 类型为 GSL3673.
- ✧ HDMI OUT: 最大可支持 4K@60Hz 输出
- ✧ System Key: 包含 Power 键, 系统开机关机待机唤醒等、Menu 键、Esc 键、VOL+/Recovery 键, 系统 Loader 升级、VOL-键, Reset 键, 系统软启动复位、Maskrom 键。
- ✧ Ethernet: 支持 100M 和 1000M 以太网。
- ✧ Audio interface: 支持喇叭、耳机输出声音和 MIC 录音。
- ✧ FAN: 可以通过软件控制, 打开或者关闭散热片的风扇, 提高散热效果。
- ✧ HDMI IN: 外置 HDMI TO MIPI_CSI 转换 IC。信号通路是: 转换 IC 接收 HDMI 信号, 处理分析后输出的 MIPI_CSI 信号送给 RK3399 处理, 再通过 RK3399 的显示接口 eDP 或是 HDMI OUT 显示。
- ✧ SDIO Wifi(2x2 wifi&4.1 bt): WIFI 型号为 AP6354,支持无线上网功能。
- ✧ PCIE interface: 支持用户扩展调试 PCIE SATA、PCIE WIFI 等设备。
- ✧ IR Receive: IR 遥控器输入。
- ✧ Uart Debug: 用户调试查看 LOG 信息使用。
- ✧ Sensor : 包含多种 sensor 设备 Light Sensor、Gyroscope、G-sensor、Compass、Hall IC
- ✧ USB TYPEC0 interface: 系统固件升级通道, 也可以支持 DisplayPort 输出, 接 DP 显示器。

1.3.3 PCB 功能接口：

| sapphire 功能 | | Excavator 功能 | |
|--|-----|----------------------------|-----|
| LPDDR3 (2x32bit 总容量 4G) | YES | HDMI IN | YES |
| EMMC（总容量 8G） | YES | 系统按键 | YES |
| 散热片 | YES | Spdif out | YES |
| TF Card | YES | SDIO Wifi（2x2 wifi&bt 4.1） | YES |
| | | Pcie interface | YES |
| | | Audio out（ALC5651） | YES |
| | | Mic IN | YES |
| | | LIGHT-Sensor（CM32181） | YES |
| | | Gyroscope（LSM6DS3） | YES |
| | | HALL IC（HAL248TWCL） | YES |
| | | G-sensor（MPU6500） | YES |
| | | Compass（LIS3MDL） | YES |
| | | eDP out（1536x204） | YES |
| | | MIPI_TX interface | YES |
| | | MIPI_RX interface | YES |
| | | MIPI_TX/RX interface | YES |
| | | UART Debug | YES |
| | | Mic Array interface | YES |
| | | IR Receive | YES |
| CVBS out | NO | | |
| 1、Sapphire 跟 Excavator 都有的功能接口，使用 sapphire 板的接口。 | | | |
| 2、V13 版本的 Excavator，没使用的功能接口，不贴物料。 | | | |
| sapphire 功能 | | Excavator 功能 | |
| 树莓派兼容接口&CIF | YES | 树莓派兼容接口&CIF | YES |
| usb2.0 host(1 Port) | YES | USB2.0 Host(5 Port) | YES |
| USB3.0 host(1 Port) | YES | USB3.0 host(1 Port) | NO |
| USB Type-C0&DP out | YES | USB Type-C0&DP out | NO |
| HDMI out | YES | HDMI out | NO |
| GMII 10M/100M/1000M | YES | GMII 10M/100M/1000M | NO |

Table 1-1 PCB 功能接口介绍

注：YES 表示 pcb 上可用的功能接口，NO 表示 pcb 上不可用的功能接口。

1.3.4 功能模块布局:

挖掘机功能接口分布图:

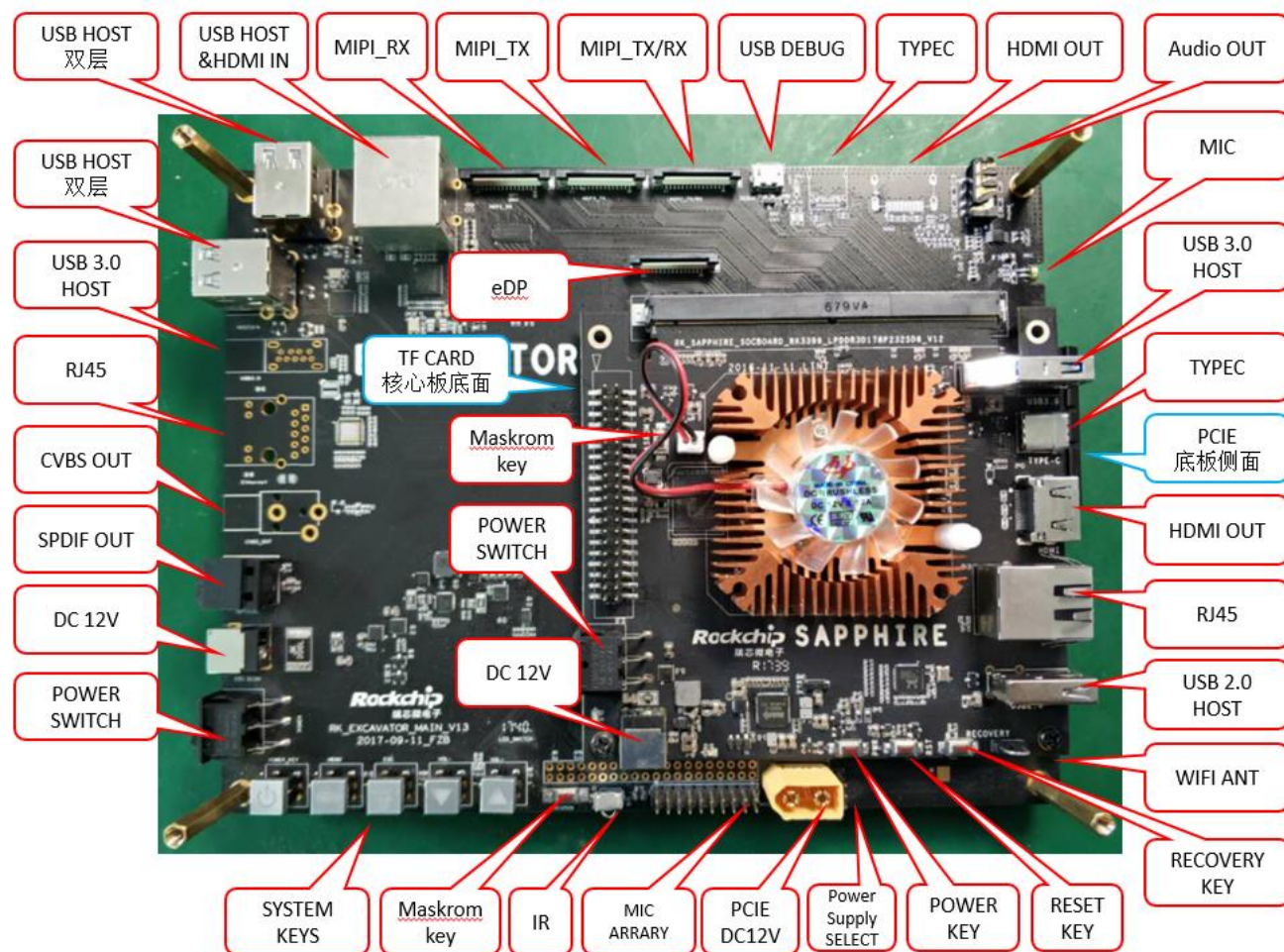


Figure 1-3 挖掘机功能接口分布图

1.4 挖掘机开发板组件

挖掘机开发板组件

挖掘机针对不同的用户，有如下三种配置：

- 1、开源用户&开发爱好者：Sapphire（蓝宝石）；
- 2、平板&VR 的用户：Sapphire（蓝宝石）、Excavator（挖掘机）、eDP 显示屏（iPADmini2 分辨率 1536 x 2048）；
- 3、BOX 的用户：Sapphire（蓝宝石）、Excavator（挖掘机）。

三种配置标配电源规格： 输入 100V AC~240V AC，50Hz；输出 12V DC，2A。

1.5 挖掘机开关机和待机

挖掘机开机和关机方法介绍如下：

- 1、开机方法：
 - 使用 DC 12v 供电，打开电源总开关，即可开机。
 - 使用双节电池供电，需要按开机键 2s，才可以开机。
- 2、关机方法：
 - 长按开机键 8s， 系统关机。有接 DC 12v 适配器，会再次重启，这是正常现象。
- 3、待机的方法：
 - 按下开机键，系统会进入一级待机状态。在没有接 USB OTG 情况下，没有其他的任何操作（比如按键操作），软件也没有 wake_lock 源，大约 3S 后会从一级待机转入二级待机状态。

1.6 挖掘机驱动升级

1.6.1 USB 驱动安装

挖掘机驱动升级前需要先安装驱动，工具路径：

SDK\RKTools\windows\Release_DriverAssitant， 打开“DriverInstall.exe”， 点击“驱动安装”，提示安装驱动成功即可。

驱动文件基本涵盖了目前所有操作系统，都可以支持。

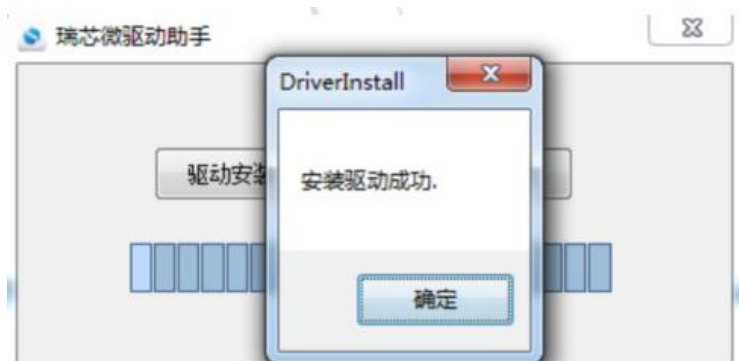


Figure 1-4 驱动安装成功示意图

1.6.2 驱动升级方式

RK3399 挖掘机驱动升级方式有两种：

进入 Maskrom 升级方式：

在系统上电前 EMMC_CLKO 对地短路，使 eMMC 引导失败，从而进入 Maskrom 状态。

具体步骤如下：

- 1、连接 USB OTG 到电脑 PC 端，按住主板的 Maskrom 按键不放。
- 2、给 EVB 供电 12v，要是已经上电情况下，按下复位按键。
- 3、等待会儿烧写工具将显示发现一个 Maskrom 设备，释放 Maskrom 按键。需要注意的是在 Maskrom 状态下需要同时选择对应的 Loader 才能升级。
- 4、烧写工具对应选择 Loader、Parameter、Misc、Kernel、Resource、System 等文件。
- 5、点击执行，即进入升级状态，在工具的右侧有进度显示栏，显示下载与校验情况。

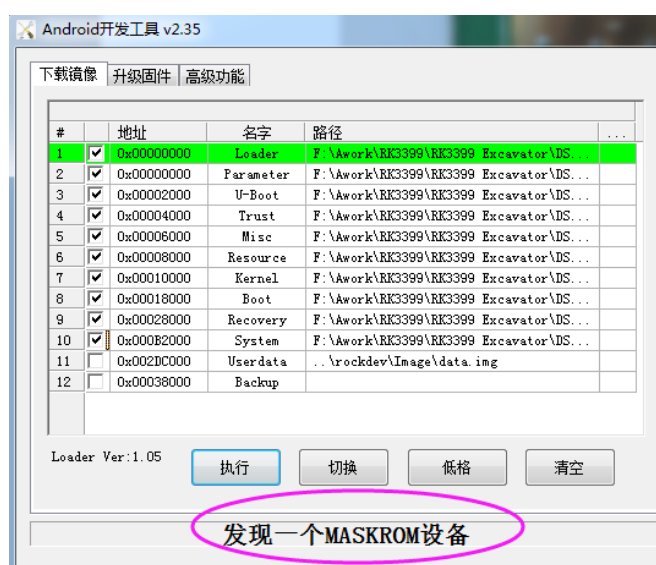


Figure 1-5 进入 Maskrom 烧写模式工具上示意图

进入 Loader 升级方式：

在系统上电前保证 ADKEY_IN 是低电平，系统将进入 Loader 状态。

具体步骤如下：

- 1、连接 USB OTG 到电脑 PC 端，按住主板的 Vol+/RECOVER 按键不放。
- 2、给 EVB 供电 12v，要是已经上电情况下，按下复位按键。
- 3、等待会儿烧写工具将显示发现一个 Loader 设备，释放 Vol+/RECOVER 按键。
- 4、烧写工具对应选择 Loader、Parameter、Misc、Kernel、Resource、System 等文件。
- 5、点击执行，即进入升级状态，在工具的右侧有进度显示栏，显示下载与校验情况。

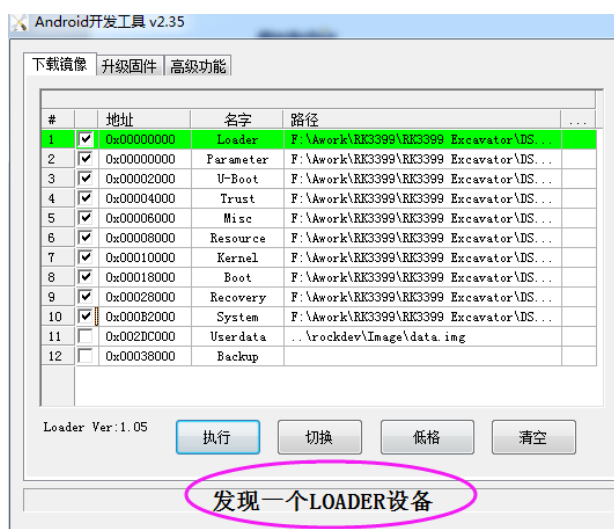


Figure 1-6 进入 Loader 烧写模式工具上示意图

1.7 串口调试

1.7.1 SecureCRT 串口工具

连接 EVB 板的 USB Debug 到电脑 PC 端，在 PC 端设备管理器中得到当前端口 COM 号。

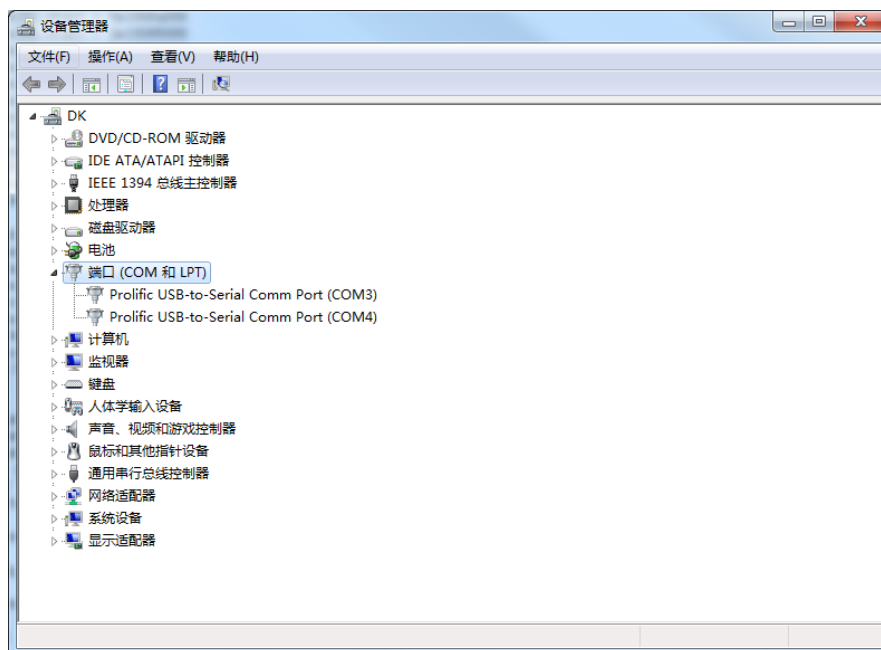


Figure 1-7 获取当前端口 COM 号

打开串口工具“SecureCRT”，点击“快速连接”按钮。

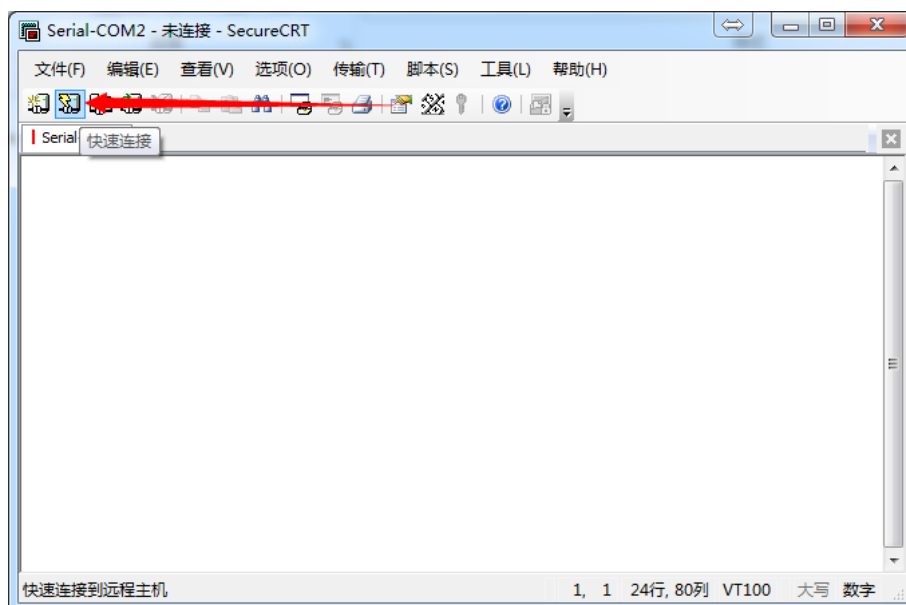


Figure 1-8 串口工具 SecureCRT 界面

配置串口信息，端口选择连接开发板的端口号（流控 RTS/CTS 不需勾选）。



Figure 1-9 配置串口信息

点击连接，就能正常连接设备了。为方便调试，配置会话选项，点击工具栏“会话选项”，回滚缓冲区设置较大数，可以保存更多的 log 信息。

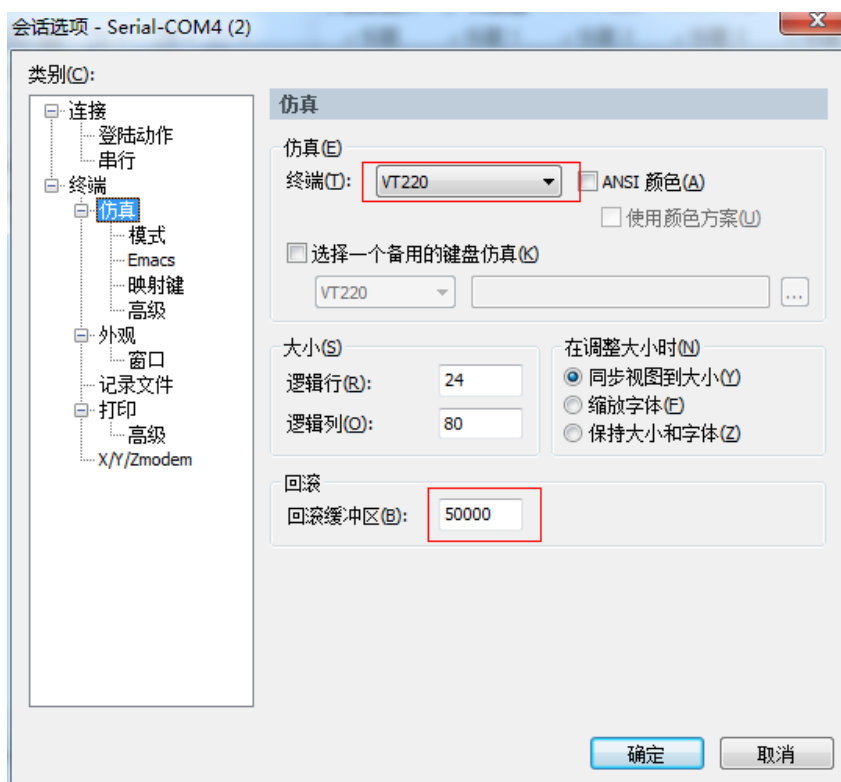


Figure 1-10 配置串口工具选项

1.7.2 ADB 调试

1. 确保驱动安装成功，PC 连接开发板的 USB OTG 口；

2. 开发板上电，开机进入系统，再进入 setting，选择 “developer options”，勾选 “USB debugging”。若为 BOX，需再勾选 setting-USB-Connect to PC;

3. 电脑 PC 端，开始---运行---cmd，进入 adb.exe 工具所在的目录，输入 “adb devices”，可以查询到连接的设备，表示连接正常;

4. 输入 “adb shell”，进入 ADB 调试。

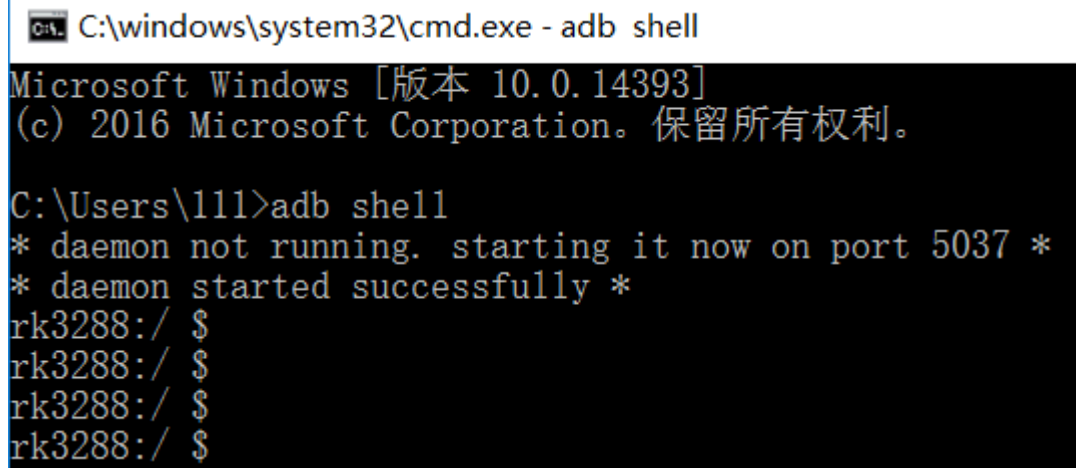
A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar reads 'C:\windows\system32\cmd.exe - adb shell'. The window content shows the Microsoft Windows logo, the version '10.0.14393', and the copyright notice '(c) 2016 Microsoft Corporation. 保留所有权利。'. Below this, the command 'C:\Users\l11>adb shell' has been entered. The output shows the adb daemon starting on port 5037 and then the user being prompted with a shell prompt 'rk3288:/ \$'.

Figure 1-11 ADB 连接正常

2 挖掘机硬件介绍

使用铝合金中框将 7.85 寸 eDP 屏和触摸板精准牢固的粘合在一起,采用定位柱将 eDP 显示屏和主板牢固的组合起来。实物图以及组装图如下:

2.1 整体效果图

2.1.1 挖掘机主板实物图:

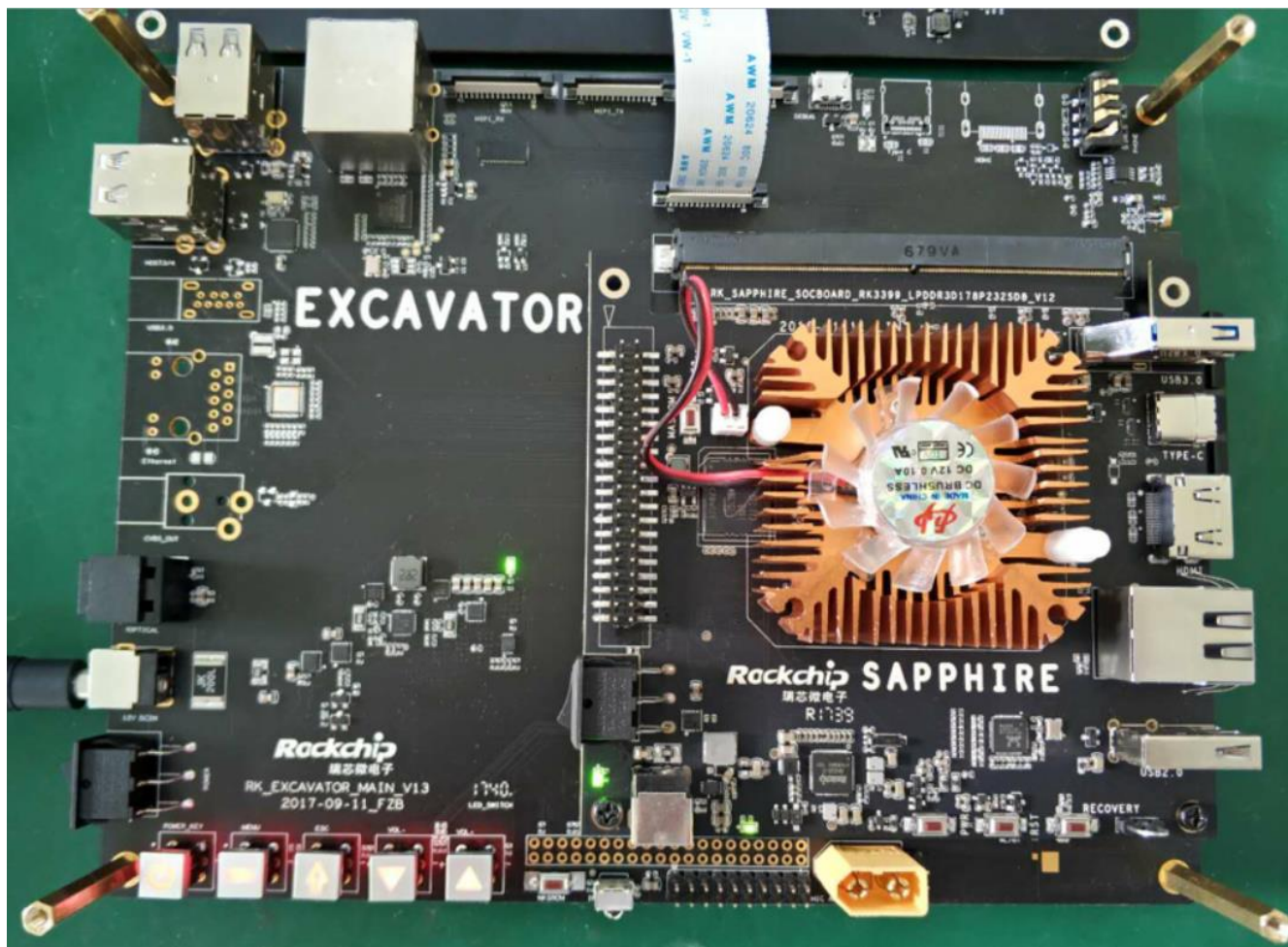


Figure 2-1 挖掘机主板正面图

2.1.2 eDP 屏实物图：

eDP 屏和触摸板同时连接到转接板，转接板上具有屏幕和触摸板工作需要全部电路。转接板跟主板采用 30PIN 的 FPC 线连接。

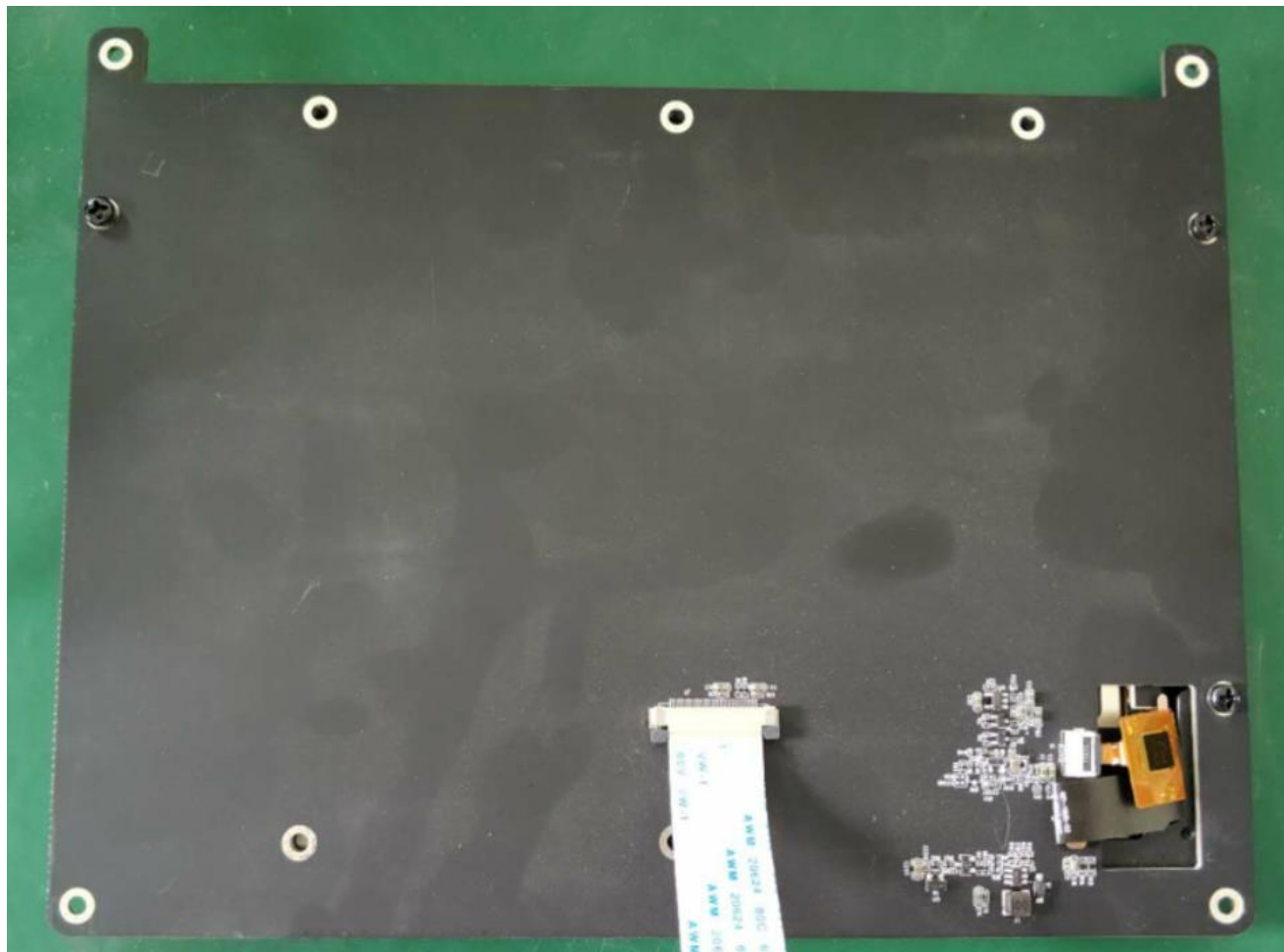


Figure 2-2 eDP 显示屏全视图

2.1.3 整机组装图：

挖掘机开发板有三块 PCBA :Sapphire(蓝宝石)、Excavator(挖掘机)、eDP 显示屏(分辨率 1536 x 2048) , 实物图以及组装图如下：



Figure 2-3 挖掘机组装完成全视图

2.2 I2C 地址：

本开发板预留丰富的外围接口，用户调试 I2C 外设会涉及到 I2C 通道复用情况，所以这边给出现有的开发板器件对应的地址和电平值，避免地址冲突和电平不匹配。

| I2C 通道 | 设备 | I2C 地址 | 电源域 |
|--------|--------------------|--------|------|
| I2C0 | RK808-D | 0X1B | 3.0V |
| I2C0 | SYR838PKC | 0X41 | 3.0V |
| I2C0 | SYR837PKC | 0X40 | 3.0V |
| I2C1 | TC358749XBG | 0X1F | 1.8V |
| I2C1 | GLS3673 (Touch IC) | 0X40 | 1.8V |
| I2C1 | ALC5651 | 0X1A | 1.8V |
| I2C4 | FUSB302MPX (CC IC) | 0X44 | 3.3V |
| I2C4 | MPU6500 | 0X68 | 3.3V |
| I2C4 | LIS3MDL | 0X36 | 3.3V |
| I2C4 | LSM6DS3 | 0X23 | 3.3V |
| I2C4 | CM32181 | 0X10 | 3.3V |
| I2C4 | BQ25700 | 0X55 | 3.3V |
| I2C4 | CW2013 | 0X62 | 3.3V |

Table 2-1 I2C 通道挂载的外设地址和 IO 电平值对应表

注意：使用扩展板时，要保证板上 I2C 地址与开发板上 I2C 地址不冲突。

2.3 扩展连接座信息

在实际使用过程中，用户可能会制作扩展板，本开发板连接座型号有如下几种：J4601, J4701, J4702, J5001 为 0.5mm 立式双排 30PIN，尺寸如下：

| P 数 | A | B | C | D | P 数 | A | B | C | D |
|-----|--------|--------|--------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|
| 4 | 1.500 | 2.570 | 8.400 | 4.650 | 35 | 17.000 | 18.070 | 23.900 | 5.150 |
| 5 | 2.000 | 3.070 | 8.900 | 4.650 | 36 | 17.500 | 18.570 | 24.400 | 5.150 |
| 6 | 2.500 | 3.570 | 9.400 | 4.650 | 37 | 18.000 | 19.070 | 24.900 | 5.150 |
| 7 | 3.000 | 4.070 | 9.900 | 4.650 | 38 | 18.500 | 19.570 | 25.400 | 5.150 |
| 8 | 3.500 | 4.570 | 10.400 | 4.650 | 39 | 19.000 | 20.070 | 25.900 | 5.150 |
| 9 | 4.000 | 5.070 | 10.900 | 4.650 | 40 | 19.500 | 20.570 | 26.400 | 5.150 |
| 10 | 4.500 | 5.570 | 11.400 | 4.650 | 41 | 20.000 | 21.070 | 26.900 | 5.150 |
| 11 | 5.000 | 6.070 | 11.900 | 4.650 | 42 | 20.500 | 21.570 | 27.400 | 5.150 |
| 12 | 5.500 | 6.570 | 12.400 | 4.650 | 43 | 21.000 | 22.070 | 27.900 | 5.150 |
| 13 | 6.000 | 7.070 | 12.900 | 4.650 | 44 | 21.500 | 22.570 | 28.400 | 5.150 |
| 14 | 6.500 | 7.570 | 13.400 | 4.650 | 45 | 22.000 | 23.070 | 28.900 | 5.150 |
| 15 | 7.000 | 8.070 | 13.900 | 4.650 | 46 | 22.500 | 23.570 | 29.400 | 5.150 |
| 16 | 7.500 | 8.570 | 14.400 | 4.650 | 47 | 23.000 | 24.070 | 29.900 | 5.150 |
| 17 | 8.000 | 9.070 | 14.900 | 4.650 | 48 | 23.500 | 24.570 | 30.400 | 5.150 |
| 18 | 8.500 | 9.570 | 15.400 | 4.650 | 49 | 24.000 | 25.070 | 30.900 | 5.150 |
| 19 | 9.000 | 10.070 | 15.900 | 4.650 | 50 | 24.500 | 25.570 | 31.400 | 5.150 |
| 20 | 9.500 | 10.570 | 16.400 | 4.650 | 51 | 25.000 | 26.070 | 31.900 | 5.150 |
| 21 | 10.000 | 11.070 | 16.900 | 4.650 | 52 | 25.500 | 26.570 | 32.400 | 5.150 |
| 22 | 10.500 | 11.570 | 17.400 | 4.650 | 53 | 26.000 | 27.070 | 32.900 | 5.150 |
| 23 | 11.000 | 12.070 | 17.900 | 4.650 | 54 | 26.500 | 27.570 | 33.400 | 5.150 |
| 24 | 11.500 | 12.570 | 18.400 | 4.650 | 55 | 27.000 | 28.070 | 33.900 | 5.150 |
| 25 | 12.000 | 13.070 | 18.900 | 4.650 | 56 | 27.500 | 28.570 | 34.400 | 5.150 |
| 26 | 12.500 | 13.570 | 19.400 | 4.650 | 57 | 28.000 | 29.070 | 34.900 | 5.150 |
| 27 | 13.000 | 14.070 | 19.900 | 4.650 | 58 | 28.500 | 29.570 | 35.400 | 5.150 |
| 28 | 13.500 | 14.570 | 20.400 | 4.650 | 59 | 29.000 | 30.070 | 35.900 | 5.150 |
| 29 | 14.000 | 15.070 | 20.900 | 4.650 | 60 | 29.500 | 30.570 | 36.400 | 5.150 |
| 30 | 14.500 | 15.570 | 21.400 | 5.150 | 61 | 30.000 | 31.070 | 36.900 | 5.150 |
| 31 | 15.000 | 16.070 | 21.900 | 5.150 | 62 | 30.500 | 31.570 | 37.400 | 5.150 |
| 32 | 15.500 | 16.570 | 22.400 | 5.150 | 63 | 31.000 | 32.070 | 37.900 | 5.150 |
| 33 | 16.000 | 17.070 | 22.900 | 5.150 | 64 | 31.500 | 32.570 | 38.400 | 5.150 |
| 34 | 16.500 | 17.570 | 23.400 | 5.150 | | | | | |

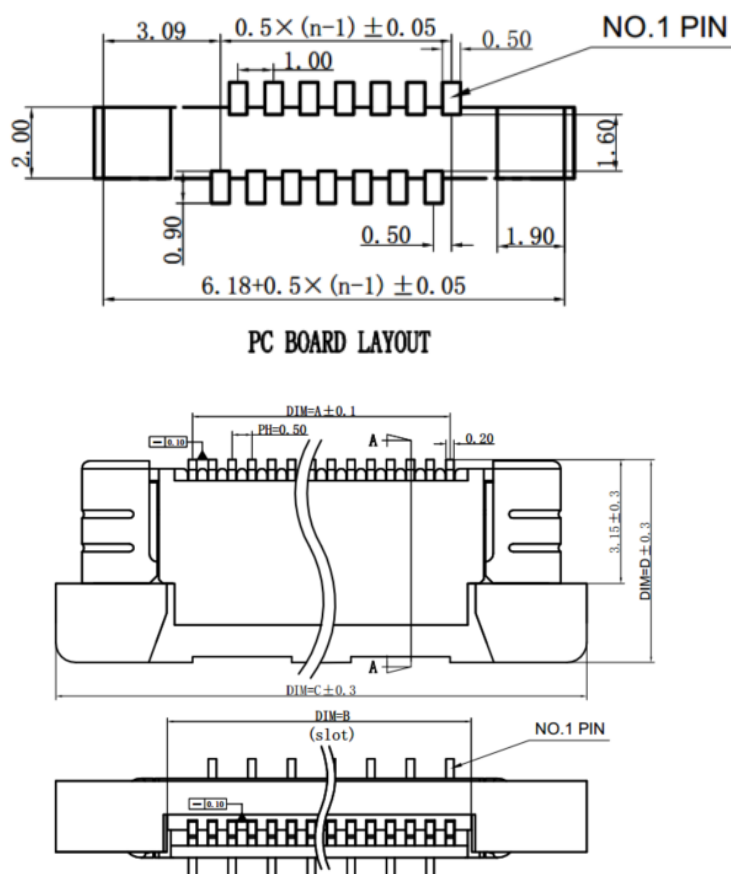


Figure 2-4 间距 0.5mm 立式双排 30PIN PCB 封装图

2.4 开发板参考图

开发板对应的参考图 PCB 版本信息如下：

1、Sapphire（蓝宝石）：

RK_SAPPHIRE_SOCBOARD_RK3399_LPDDR3D178P232SD8_V12_20161109

RK_SAPPHIRE_SOCBOARD_RK3399_LPDDR3D178P232SD8_V12_20161110

2、Excavator（挖掘机）：

RK_EXCAVATOR_MAIN_V13_20190911

RK_EXCAVATOR_MAIN_V13_20170911

3、eDP 显示屏：

RK_EVB_ExtBoard_eDPDisplay_V10_20171013.DSN

RK_EVB_ExtBoard_eDPDisplay_V10_20171013.PCB

3 主板模块简述

3.1 电源输入

1. 电源适配器供电输入的 12V/2A 电源，通过充电 IC 处理后得到系统电源 VCC_SYS，VCC_SYS 提供给 RK808-D 等多路 DCDC、LDO、场管开关输出各组电压供系统使用。

2. 双节电池供电，从 VBAT 接口输入，通过充电 IC 切换回路后得到 VCC_SYS 电压，VCC_SYS 提供给 RK808-D 等多路 DCDC、LDO、场管开关输出各组电压供系统使用。

3. 挖掘机和蓝宝石都有 DC12 的输入电源座，在蓝宝石和挖掘机组合使用时，请使用挖掘机的 12V 输入电源座。蓝宝石单独使用时，则使用蓝宝石的 12V 输入电源座。

电源适配器输入口以及充电 IC：

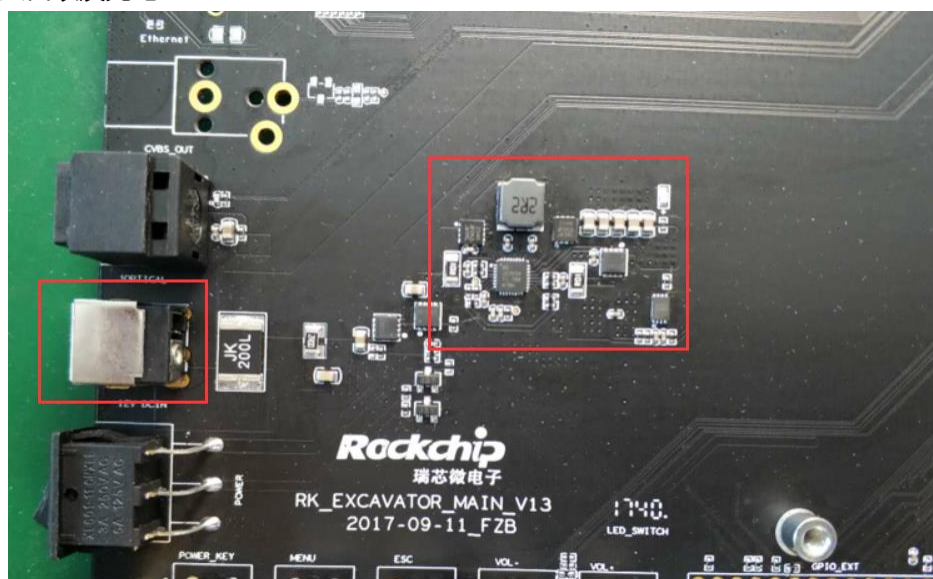


Figure 3-1 充电 IC 和 DC12V 输入

双节电池输入口

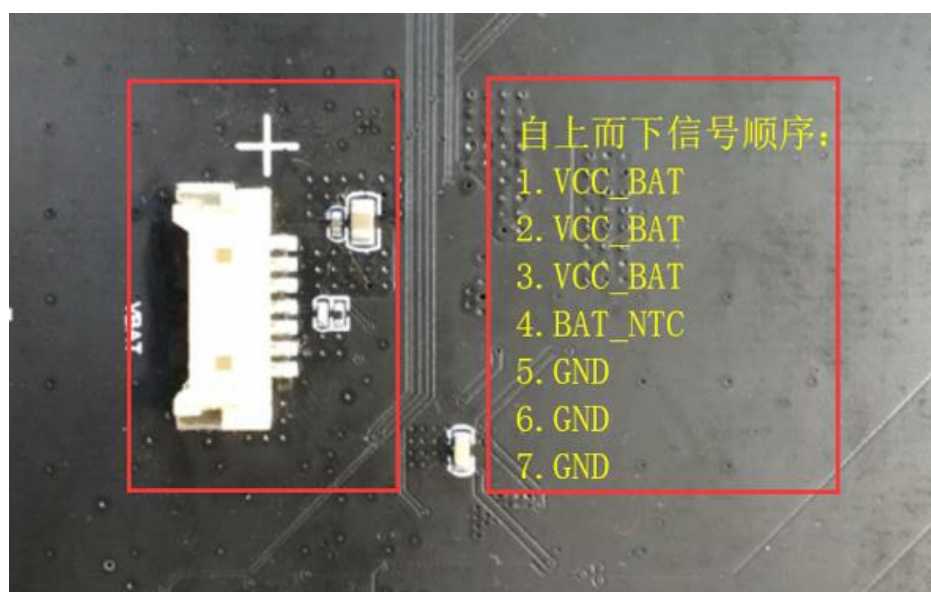


Figure 3-2 双节电池输入

3.2 314PIN 显卡连接座

Top Board 高速连接座，采用 314pin 标准显卡连接座，蓝宝石通过焊接螺母和 M3 的螺丝固定在挖掘机上。

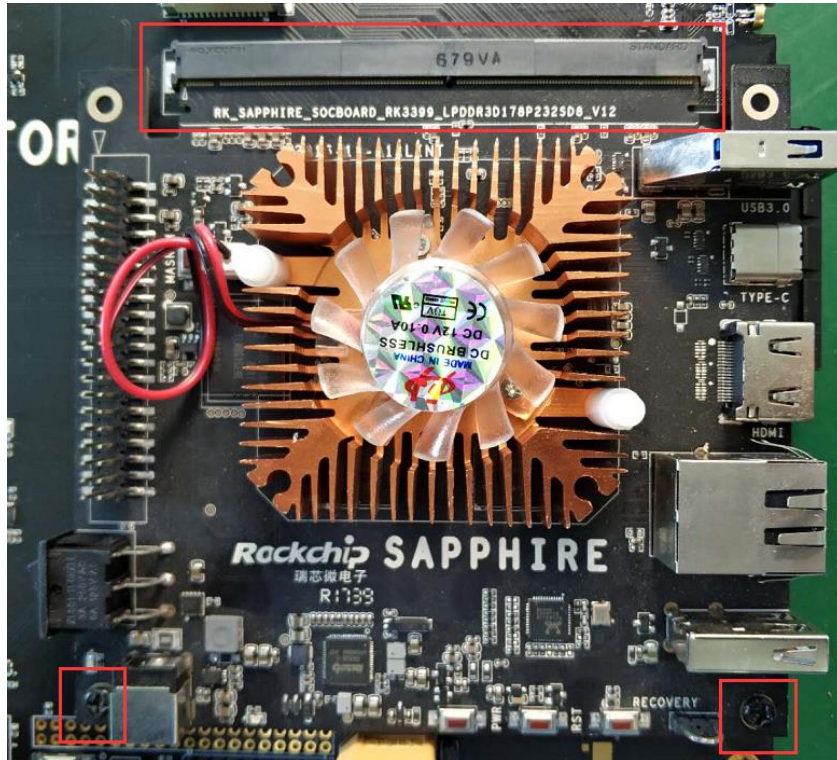


Figure 3-3 核心板和底板连接方式

3.3 存储器

3.3.1 EMMC:

- 1.开发板上存储类型为 eMMC FLASH，默认使用的容量 8G。
- 2.在挖掘机上有 Maskrom 按键，方便开发板进入 Maskrom 升级固件。

3.3.2 DDR

蓝宝石 DDR 采用 2x32bit LPDDR3，总容量 4G。

EMMC&LPDDR3:

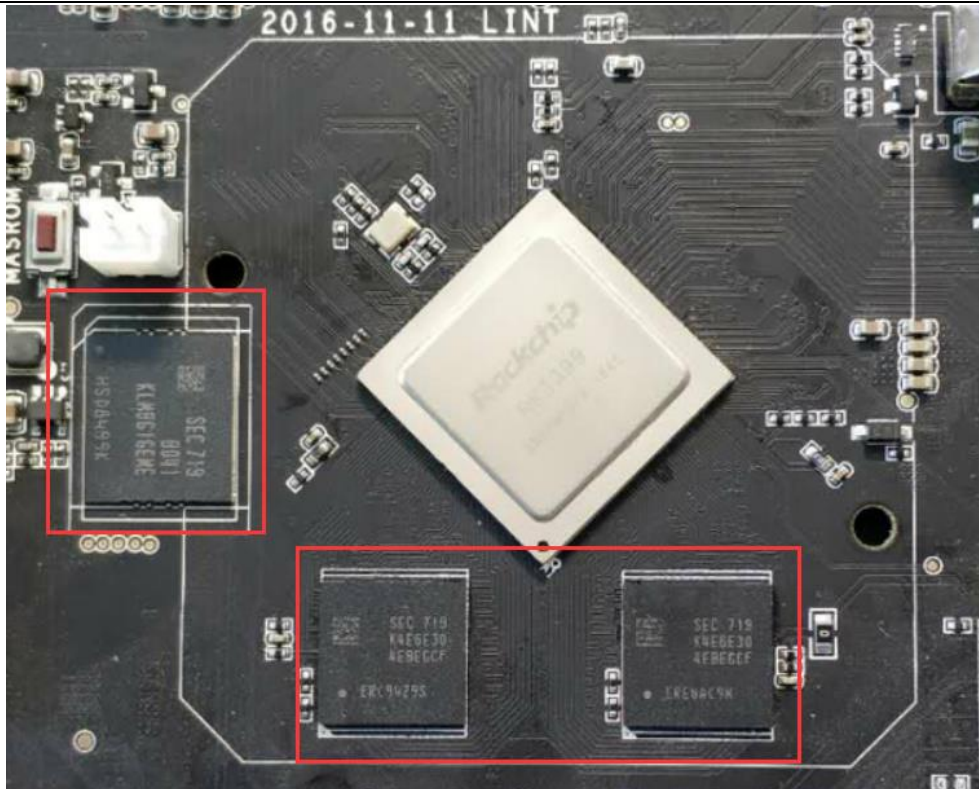


Figure 3-4 EMMC 和 LPDDR3

挖掘机 Maskrom 按键位置：

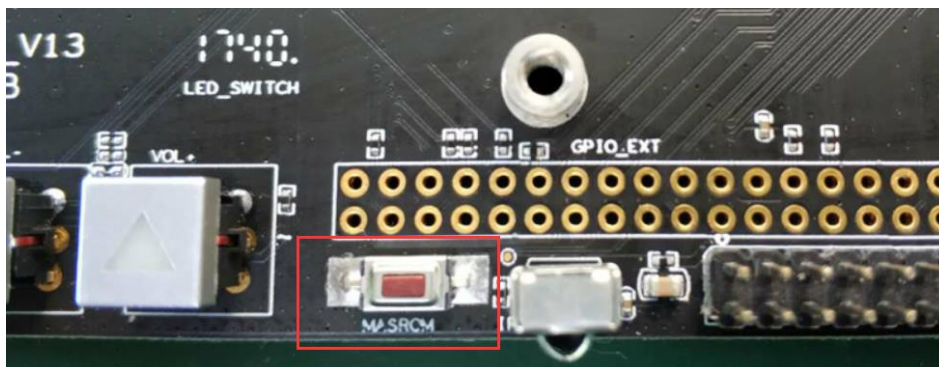


Figure 3-5 进入 Maskrom 烧写模式按键

3.4 按键输入

- 1.开发板提供 ADC 检测作为按键组合应用，使用 RK3399 ADC_IN1 作为检测口，支持 10 位分辨率。
- 2.开发板上定义了常用的几个按键：VOL+/ VOL-/ MENU / ESC/ POWER_KEY。
3. VOL+和 Recovery 是复用的。
- 4.本开发板使用的按键是带 led 提示灯的，方便在夜间模式下使用按键。

按键显示效果：



Figure 3-6 系统按键示意图

3.5 红外接收头

开发板所用的小型红外接收头，通用型号 FT-009 系列，中心频率 38KHz。

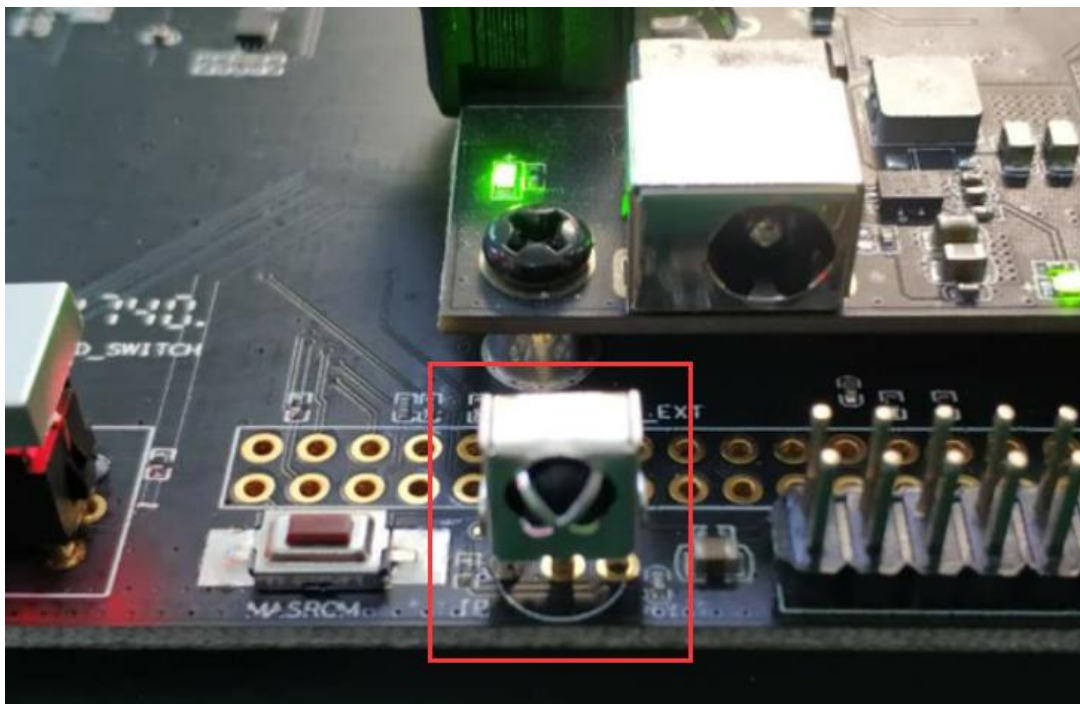


Figure 3-7 IR 接收头

3.6 重力传感器

开发板所用的重力加速度传感器为 3 轴数字加速度、3 轴陀螺仪二合一的传感器 MPU6500，与主控通信采用 I²C 方式。

3.7 陀螺仪

开发板所用的陀螺仪传感器为 LSM6DS3，与主控通信采用 I²C 方式。

3.8 指南针

开发板所用的指南针为 LIS3MDL，与主控通信采用 I²C 方式。

3.9 霍尔传感器

开发板所用的霍尔传感器为 HAL248TWCL，单极磁场输出。

3.10 光感

开发板所用的光线传感器为 CM32181，最大检测光强为 140K Lux，与主控通信采用 I²C 方式。

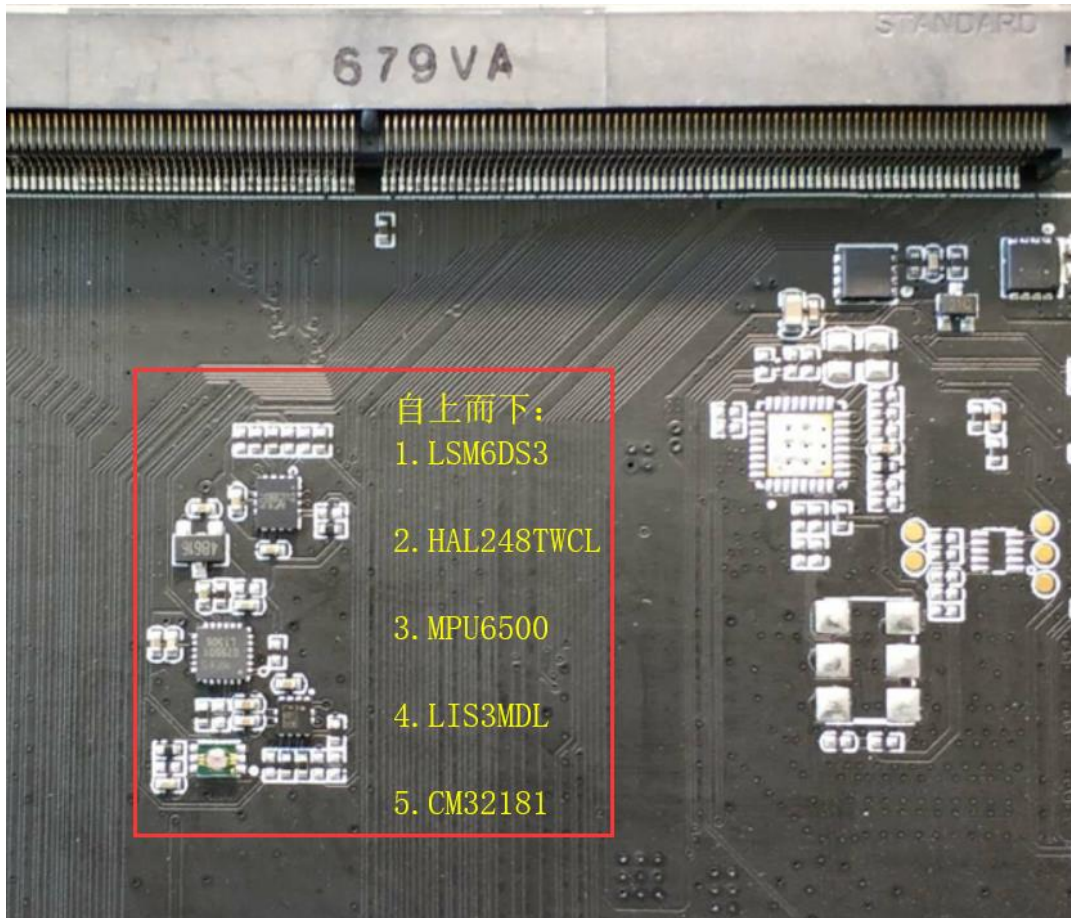


Figure 3-8 板载 Sensor 示意图

3.11 视频输出接口

开发板支持多种视频输出接口：

- eDP 输出；
- 单 MIPI 输出；
- 双 MIPI 输出；

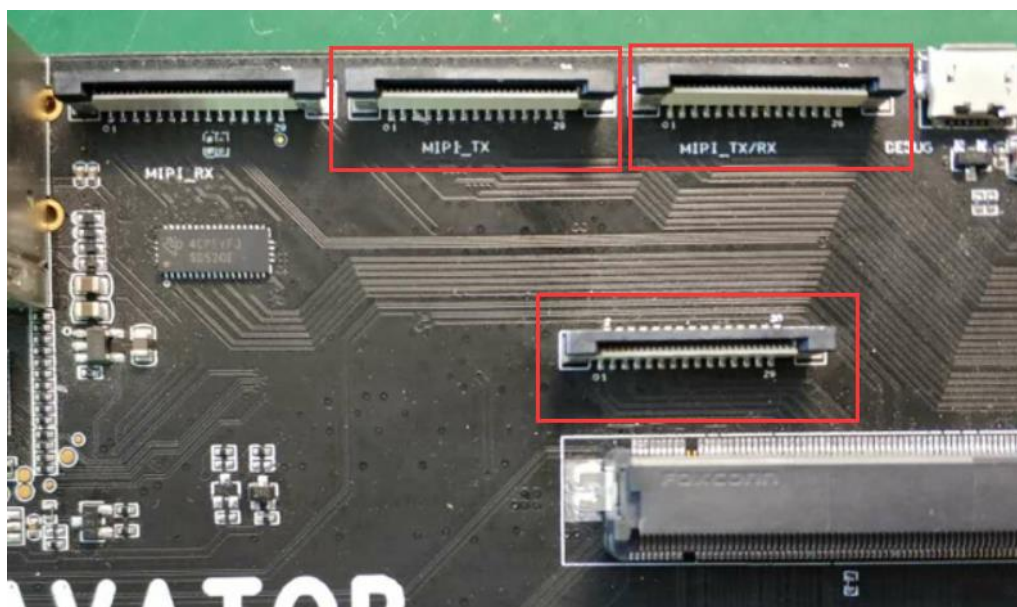


Figure 3-9 视频输出接口

间距 0.5mm 立式的连接座：

按照图上的连接座上下排位置对应到如下信号表格信号顺序：

MIPI_TX 两排的信号顺序如下：

| | | |
|----|---------------|---------------|
| 1 | GND | |
| 2 | | MIPI_TX0_D3N |
| 3 | MIPI_TX0_D3P | |
| 4 | | GND |
| 5 | MIPI_TX0_D2N | |
| 6 | | MIPI_TX0_D2P |
| 7 | GND | |
| 8 | | MIPI_TX0_CLKN |
| 9 | MIPI_TX0_CLKP | |
| 10 | | GND |
| 11 | MIPI_TX0_D1N | |
| 12 | | MIPI_TX0_D1P |
| 13 | GND | |
| 14 | | MIPI_TX0_D0N |
| 15 | MIPI_TX0_D0P | |
| 16 | | GND |
| 17 | LCD_BL_PWM | |
| 18 | | NC |
| 19 | VCC1V8_S3 | |
| 20 | | LCD_RST_H |
| 21 | CABC_EN | |
| 22 | | LCD_EN_H |
| 23 | I2C_SCL_TP | |
| 24 | | ISC_SDA_TP |

| | | |
|----|-------------|-------------|
| 25 | TOUCH_INT_L | |
| 26 | | TOUCH_RST_L |
| 27 | GND | |
| 28 | | VCC5V0_SYS |
| 29 | VCC5V0_SYS | |
| 30 | | VCC5V0_SYS |

Table 3-1 MIPI_TX 信号定义图

MIPI_TX/RX 两排的信号顺序如下：

| | | |
|----|-------------------|-------------------|
| 1 | GND | |
| 2 | | MIPI_TX1/RX1_D3N |
| 3 | MIPI_TX1/RX1_D3P | |
| 4 | | GND |
| 5 | MIPI_TX1/RX1_D2N | |
| 6 | | MIPI_TX1/RX1_D2P |
| 7 | GND | |
| 8 | | MIPI_TX1/RX1_CLKN |
| 9 | MIPI_TX1/RX1_CLKP | |
| 10 | | GND |
| 11 | MIPI_TX1/RX1_D1N | |
| 12 | | MIPI_TX1/RX1_D1P |
| 13 | GND | |
| 14 | | MIPI_TX1/RX1_D0N |
| 15 | MIPI_TX1/RX1_D0P | |
| 16 | | GND |
| 17 | LCD_BL_PWM | |
| 18 | | MIPI_MCLK_T2 |
| 19 | VCC1V8_S3 | |
| 20 | | LCD_RST_H |
| 21 | CABC_EN | |
| 22 | | LCD_EN_H |
| 23 | I2C_SCL_TP | |
| 24 | | ISC_SDA_TP |
| 25 | TOUCH_INT_L | |
| 26 | | TOUCH_RST_L |
| 27 | GND | |
| 28 | | VCC5V0_SYS |
| 29 | VCC5V0_SYS | |
| 30 | | VCC5V0_SYS |

Table 3-2 MIPI_TX/RX 信号定义图

eDP 两排的信号顺序如下：

| | | |
|----|-------------|-------------|
| 1 | GND | |
| 2 | | EDP_TX0N |
| 3 | EDP_TX0P | |
| 4 | | GND |
| 5 | EDP_TX1N | |
| 6 | | EDP_TX1P |
| 7 | GND | |
| 8 | | EDP_AUXN |
| 9 | EDP_AUXP | |
| 10 | | GND |
| 11 | EDP_TX2N | |
| 12 | | EDP_TX2P |
| 13 | GND | |
| 14 | | EDP_TX3N |
| 15 | EDP_TX3P | |
| 16 | | GND |
| 17 | LCD_BL_PWM | |
| 18 | | GND |
| 19 | VCC3V3_S3 | |
| 20 | | LCD_RST_H |
| 21 | CABC_EN | |
| 22 | | LCD_EN_H |
| 23 | I2C_SCL_TP | |
| 24 | | ISC_SDA_TP |
| 25 | TOUCH_INT_L | |
| 26 | | TOUCH_RST_L |
| 27 | GND | |
| 28 | | VCC5V0_SYS |
| 29 | VCC5V0_SYS | |
| 30 | | VCC5V0_SYS |

Table 3-3 Edp 信号定义图

3.12 HDMI 输出

开发板支持最新的 HDMI 2.0 协议，输出座采用 A 型接口。

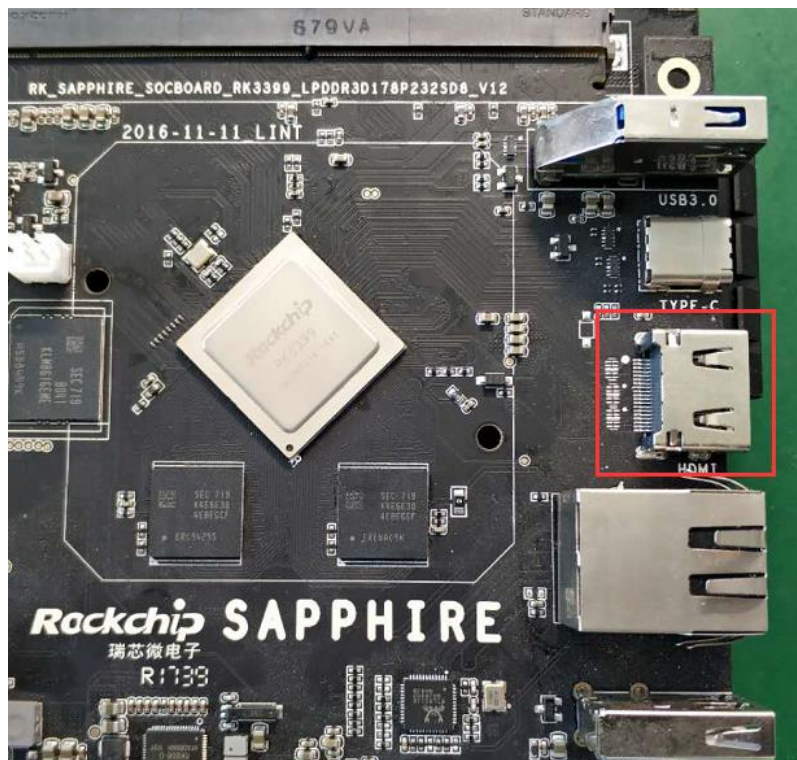


Figure 3-10 HDMI OUT 输出

3.13 音频输入输出

开发板音频 Codec 采用 Realtek ALC5651 芯片，其特性如下：

内置 Charge Pump，支持立体声耳机无电容耦合输出。

麦克风差分输入。

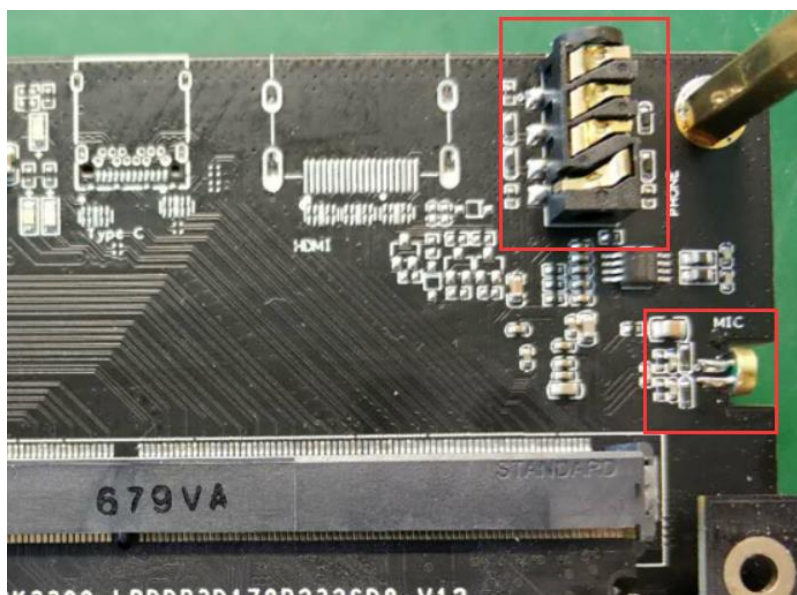


Figure 3-11 音频输出和输入接口

3.14 SPDIF 输出

开发板支持 SONY、PHILIPS 数字音频接口输出，传输硬件接口为光纤模式。

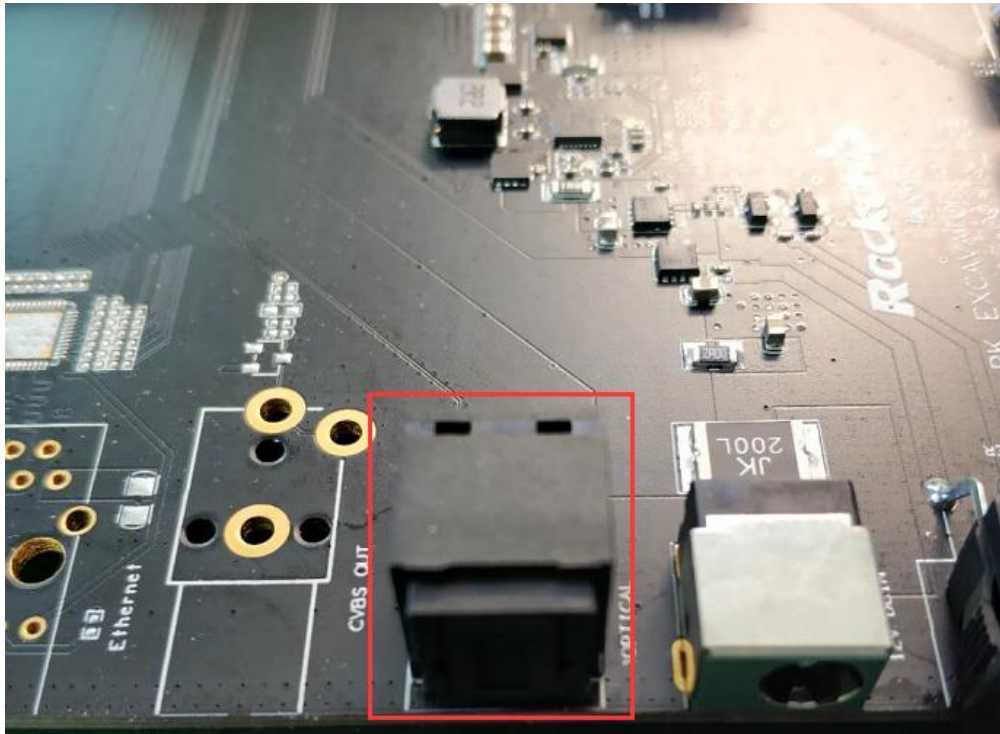


Figure 3-12 SPDIF 输出接口

3.15 USB OTG/HOST 接口

开发板带 USB OTG 及 USB HOST 接口：

- 挖掘机上采用 USB HUB，连接到主控的 HOST0，可以支持 4 个 USB2.0 HOST。



Figure 3-13 USB2.0 HOST 接口

- 蓝宝石上 USB HOST 3.0 接口，连接到主控的 TYPE-C1 的 DP/DM,使用 USB 3.0 Standard-A 型接口，并向下兼容 USB 2.0 规范。

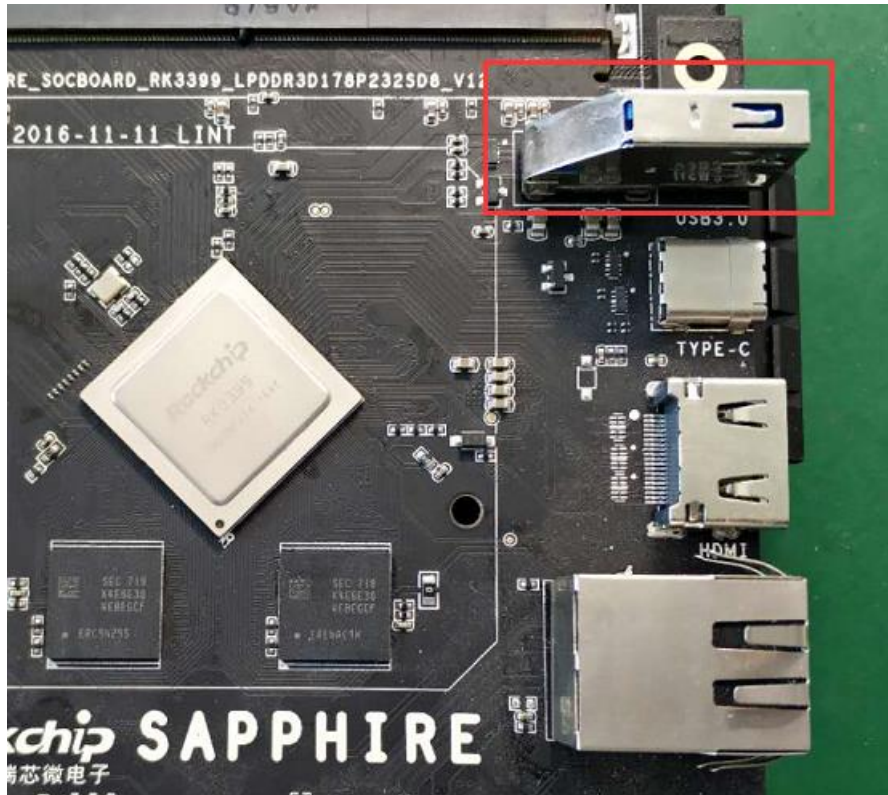


Figure 3-14 USB3.0 HOST 接口

- 蓝宝石也有一路 USB 2.0 接口，连接到主控的 HOST1，可以接 U 盘，鼠标等外设。

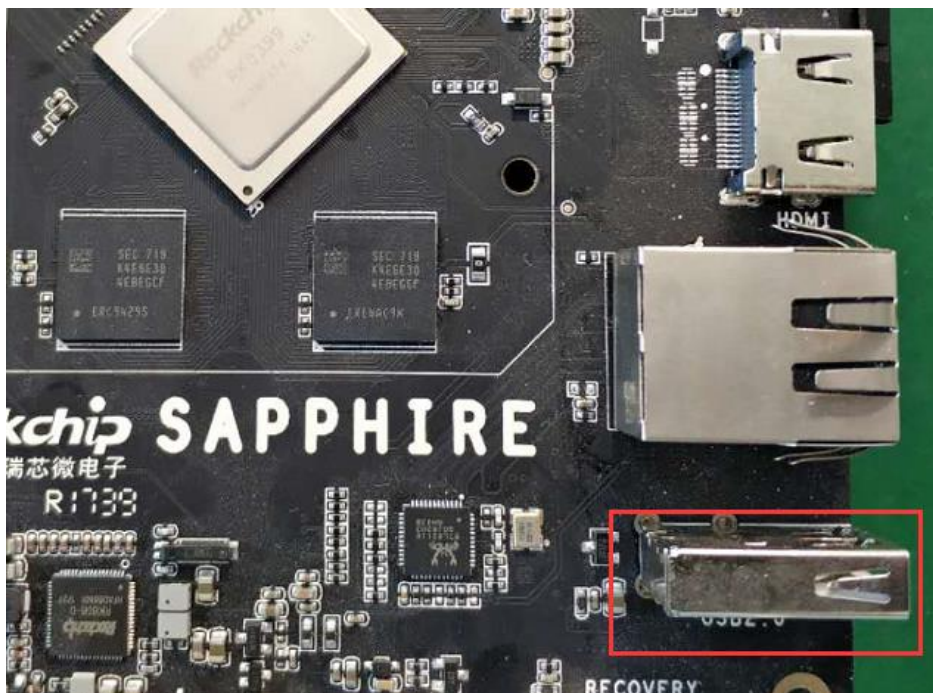


Figure 3-15 USB2.0 HOST 接口

- 挖掘机上跟 HDMI IN 复用的接口上，还有一路 USB Host2.0，连接到主控的 HOST1，采用 HDMI 接口跟 USB Host 复用的接口。

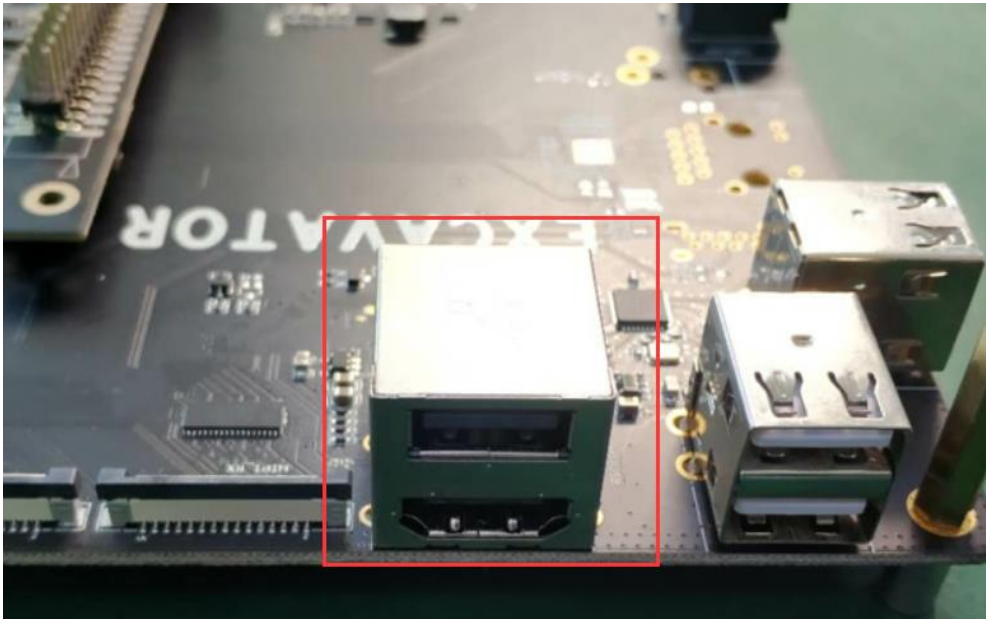


Figure 3-16 USB2.0 HOST 接口和 HDMI IN 输入接口

- RK3399 支持的 TYPE-C 接口，支持全功能的 TYPE-C 协议，可以输出 DP 信号，在 DP 显示器上显示。
- TYPE-C 接口的信号顺序：

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|----|----|------|------|------|------|-----|
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 |
| GND | TX1+ | TX1- | VBUS | CC1 | D+ | D- | SBU1 | VBUS | RX2- | RX2+ | GND |
| GND | RX1+ | RX1- | VBUS | SBU2 | D- | D+ | CC2 | VBUS | TX2- | TX2+ | GND |
| B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 |

Table 3-4 USB TYPEC 信号顺序图

DP 信号对应到 TYPE-C 连接座的位置：

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|----|----|------|------|------|------|-----|
| A12 | A11 | A10 | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 |
| GND | DP3+ | DP3- | Vbus | CC1 | D+ | D- | auxN | Vbus | DP1- | DP1+ | GND |
| GND | DP2+ | DP2- | Vbus | auxP | D- | D+ | CC2 | Vbus | DP0- | DP0+ | GND |
| B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | B11 | B12 |

Table 3-5 USB TYPEC 做 DP 输出信号对应图



Figure 3-17 USB TYPEC 接口

3.16 以太网

开发板支持 RJ45 接口，可提供千兆以太网连接功能，选用 PHY 为 RTL8211E-VB-CG，其特性如下：

- 兼容 IEEE802.3 标准，支持全双工和半双工操作，支持交叉检测和自适应
- 支持 10/100/1000M 数据速率。
- 接口采用具有指示灯和隔离变压器的 RJ45 接口。

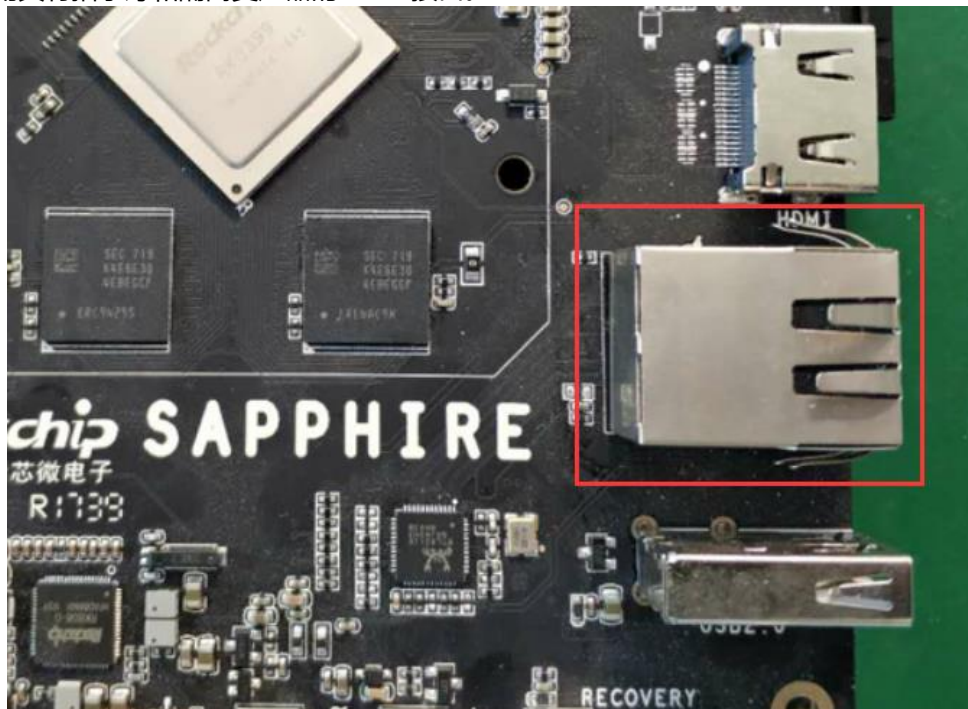


Figure 3-18 RJ45 接口

3.17 TF/SD Card 接口

使用 RK3399 SDMMC0 接口，数据总线宽度是 4bits，支持 SDMMC 3.0 协议。

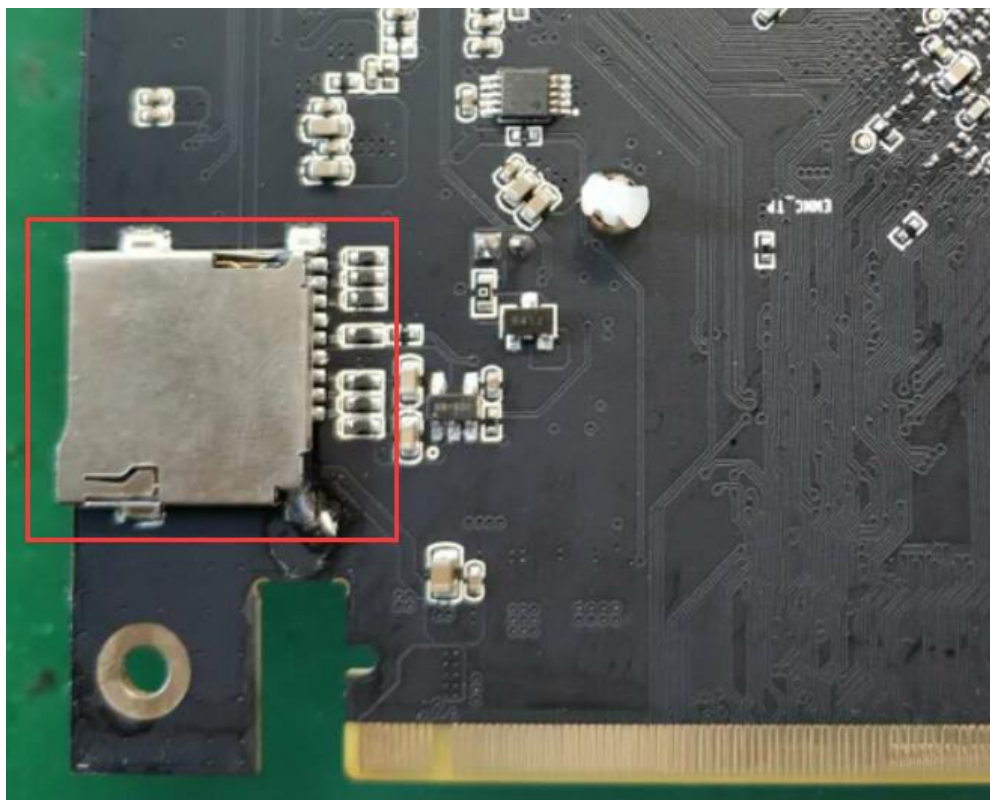


Figure 3-19 TF 卡接口

3.18 GPIO/I2C/SPI/CIF 扩展口

挖掘机扩展出多路 I2C、SPI、UART 等低速控制信号，方便用户调试外设。同时 RK3399 CIF 信号也复用到这个接口上，用户可以制作转接板调试 CIF Camera。

接口信号定义和顺序跟树莓派开发一致。

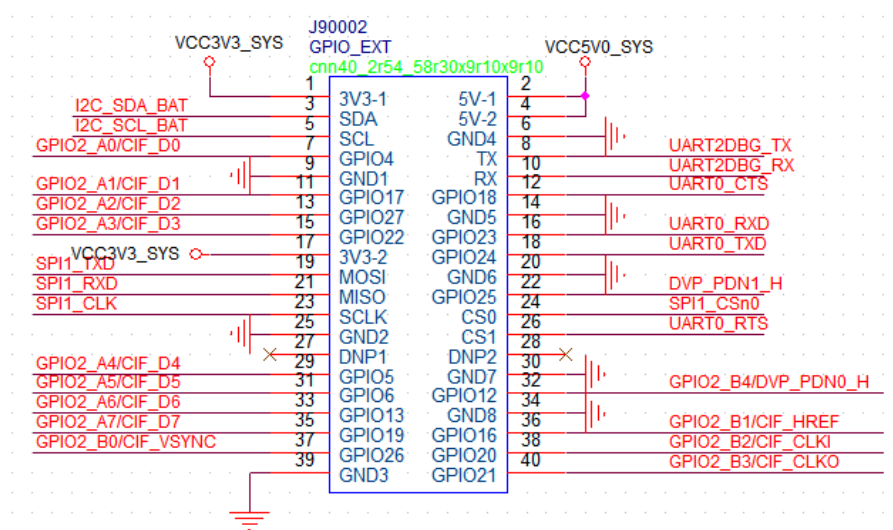


Figure 3-20 GPIO/I2C/SPI/CIF 接口信号

I2C/SPI/CIF/GPIO 复用对应的表格：

| func1 | func2 | func3 |
|---------------------|----------|----------|
| GPIO2_A0/CIF_D0 | | I2C2_SDA |
| GPIO2_A1/CIF_D1 | | I2C2_SCL |
| GPIO2_A7/CIF_D7 | | I2C7_SDA |
| GPIO2_B0/CIF_VSYNC | | I2C7_SCL |
| GPIO2_B1/CIF_HREF | SPI2_RXD | I2C6_SDA |
| GPIO2_B2/CIF_CLKI | SPI2_TXD | I2C6_SCL |
| GPIO2_B3/CIF_CLKO | SPI2_CLK | |
| GPIO2_B4/DVP_PDN0_H | SPI2_CSN | |

Table 3-6 信号复用信号图

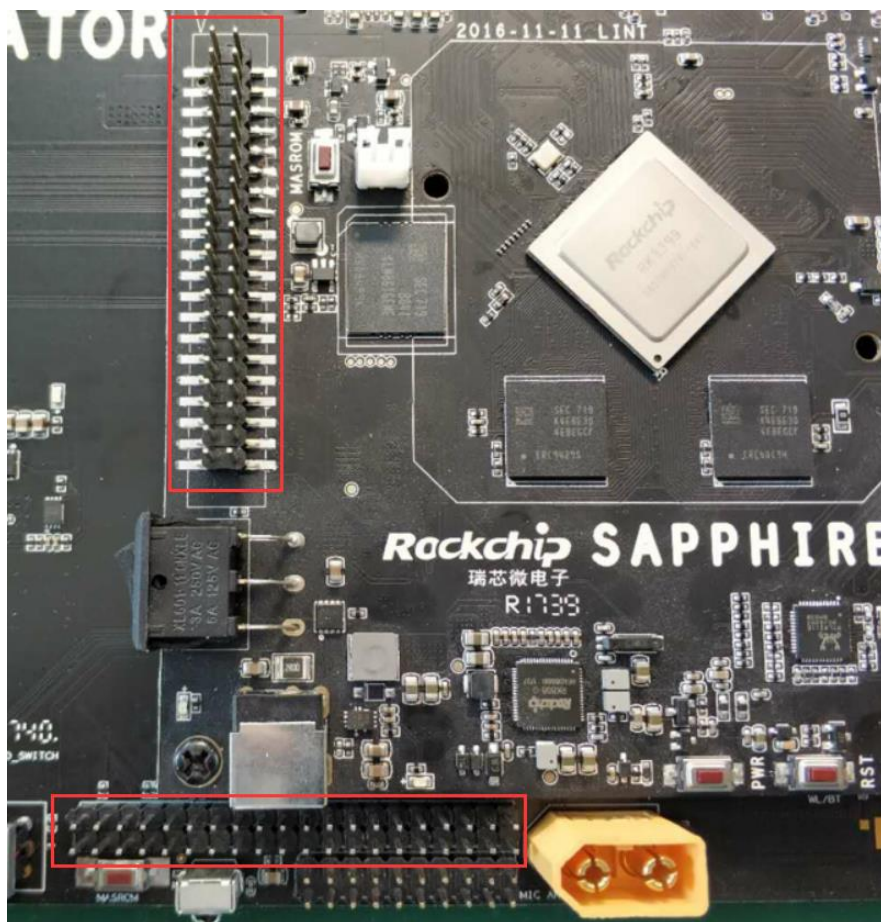


Figure 3-21 挖掘机和蓝宝石上接口位置图

为了方便用户查看相关信号，下图是对应 PCB 接口对应的信号顺序：

| 左列/上行 | 右列/下行 |
|---------------------------|----------------------------|
| VCC3V3_SYS | VCC5V0_SYS |
| I2C_SDA_BAT | VCC5V0_SYS |
| I2C_SCL_BAT | GND |
| GPIO2_A0/CIF_D0 | UART2DBG_TX |
| GND | UART2DBG_RX |
| GPIO2_A1/CIF_D1 | UART0_CTS |
| GPIO2_A2/CIF_D2 | GND |
| GPIO2_A3/CIF_D3 | UART0_RXD |
| VCC3V3_SYS | UART0_TXD |
| SPI1_TXD | GND |
| SPI1_RXD | DVP_PDN1_H |
| SPI1_CLK | SPI1_CSn0 |
| GND | UART0_RTS |
| 空 | 空 |
| GPIO2_A4/CIF_D4 | GND |
| GPIO2_A5/CIF_D5 | GPIO2_B4/DVP_PDN0_H |
| GPIO2_A6/CIF_D6 | GND |
| GPIO2_A7/CIF_D7 | GPIO2_B1/CIF_HREF |
| GPIO2_B0/CIF_VSYNC | GPIO2_B2/CIF_CLKI |
| GND | GPIO2_B3/CIF_CLKO |

Table 3-7 GPIO/I2C/SPI/CIF 信号定义

当 Camera 功能的使用方法：

如上述所说的，这些信号是 RK3399 CIF 复用的，所以也是可以做 CIF 功能接 Camera 使用的。按照扩展口

信号定义制作相应的摄像头扩展板即可，

蓝色粗体包含 I2C_SDA/SCL、D0~D7，CIF_CLKO/CLKI, CIF_HREF/VSYNC 以及 CIF_PDN，一共是 15 个信

号。

扩展口的接口 PCB 封装为：双排 DIP 间距 2.54mm（常规的排针）。

3.19 WIFI+BT 模组

开发板上 WIFI+BT 模组采用台湾正基的 AP6354，其特性如下：

- 支持 WIFI(2.4G and 5G，802.11 ac)、BT4.1 功能。
- BT 数据采用 UART 通信方式。
- BT 语音连接主控 PCM 接口。
- WIFI 数据采用 4bits SDIO 数据总线。

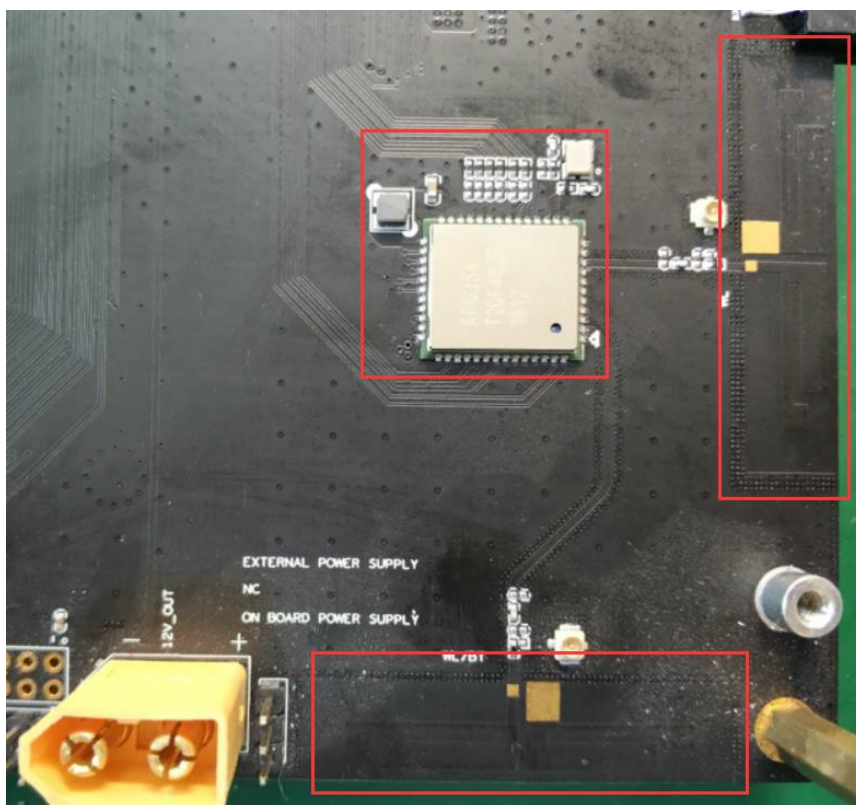


Figure 3-22 WIFI/BT 和 ANT

3.20 UART Debug 调试口

开发板提供串口供开发调试使用，默认连接为 Uart2。板上选用 FT232RL UART 转 USB 转换芯片，支持波特率选用 1.5M。

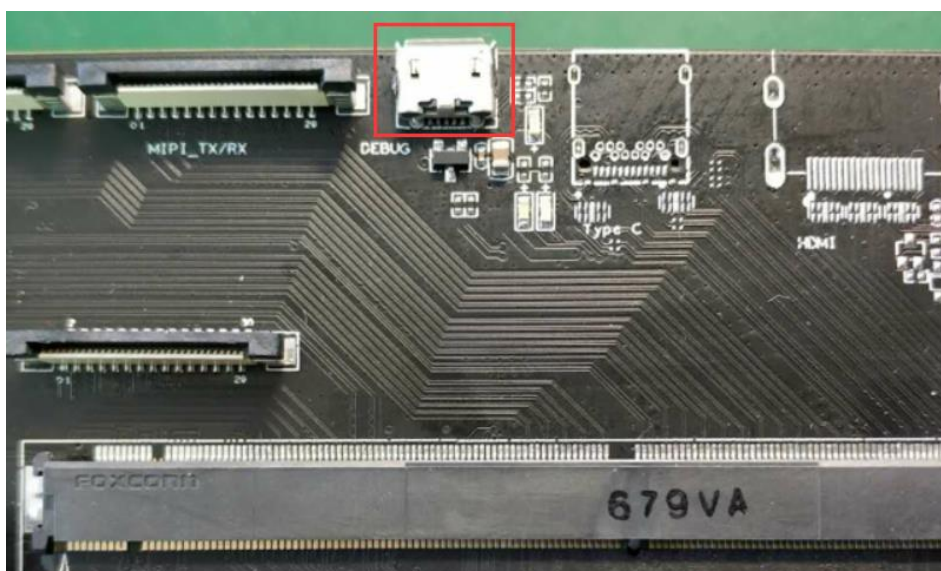


Figure 3-23 USB Debug 接口

3.21 阵列 MIC

此功能需要专门的 MIC array 小板才能使用，用户可以自行设计，连接座上信号顺序：

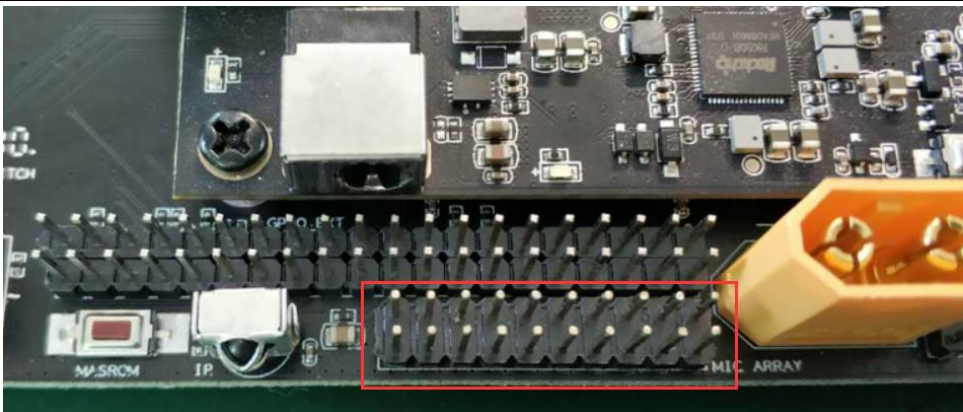


Figure 3-24 MIC ARRAY

按照 PCB 上的位置对应的信号顺序如下：

| | 下一行 | 上一行 |
|------|---------------|---------------|
| 从左到右 | I2S_CLK | I2S0_SDIO |
| | I2S0_SCLK | I2S0_SD00 |
| | I2S0_LRCK_TX | I2S0_SD01 |
| | I2S0_LRCK_RX | I2S0_SD02 |
| | GND | I2S0_SDI1 |
| | I2S_MUTE | GND |
| | I2S_RST | NC |
| | I2S_SDA_AUDIO | I2C_SCL_AUDIO |
| | GND | GND |
| | VCC5V0_SYS | VCC5V0_SYS |

Table 3-8 MIC ARRAY 信号定义顺序

3.22 Pcie 接口

- RK3399 有一个 PCIE 接口，是标准的 PCI Express 2.1 版本的协议。
- 双工模式：Root Complex(RC)and End Point(EP)
- 链路最大可以支持 4 lane，双向通信方式。
- 支持 100Mhz 的差分信号输出。

开发板上使用夹板式的连接座，外部 PCIE 板卡从侧面接到挖掘机的挖掘机上进行 PCIE 的通信。

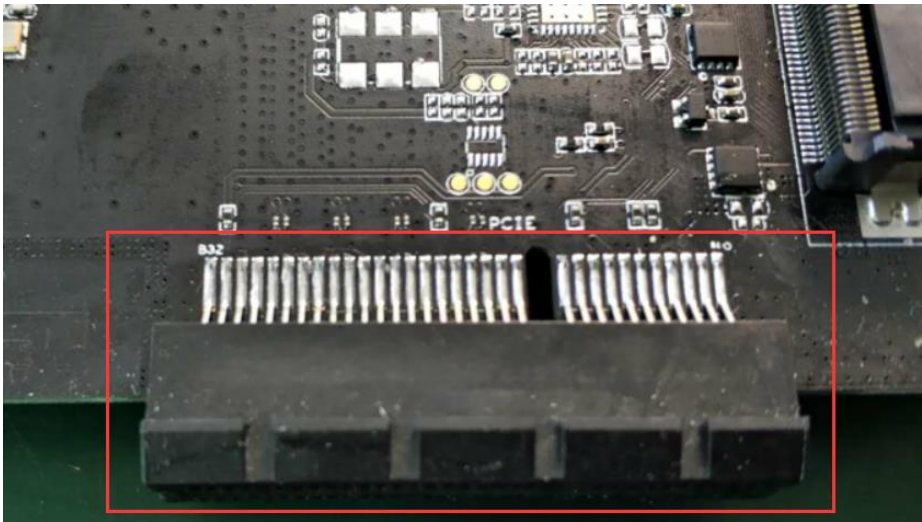


Figure 3-25 PCIE 连接座

由于接外部 PCIE 板卡电流将较大，所以 PCIE 12V 的供电两种来源。

外部输入 12V 与板上 12V 供电（默认），这两者的选择跳帽转换：

PCIE_Switch = GND 板上 12V 供电；

PCIE_Switch = VCC3V3_SYS 外部输入 12v 电源，接到黄色的接口端口。

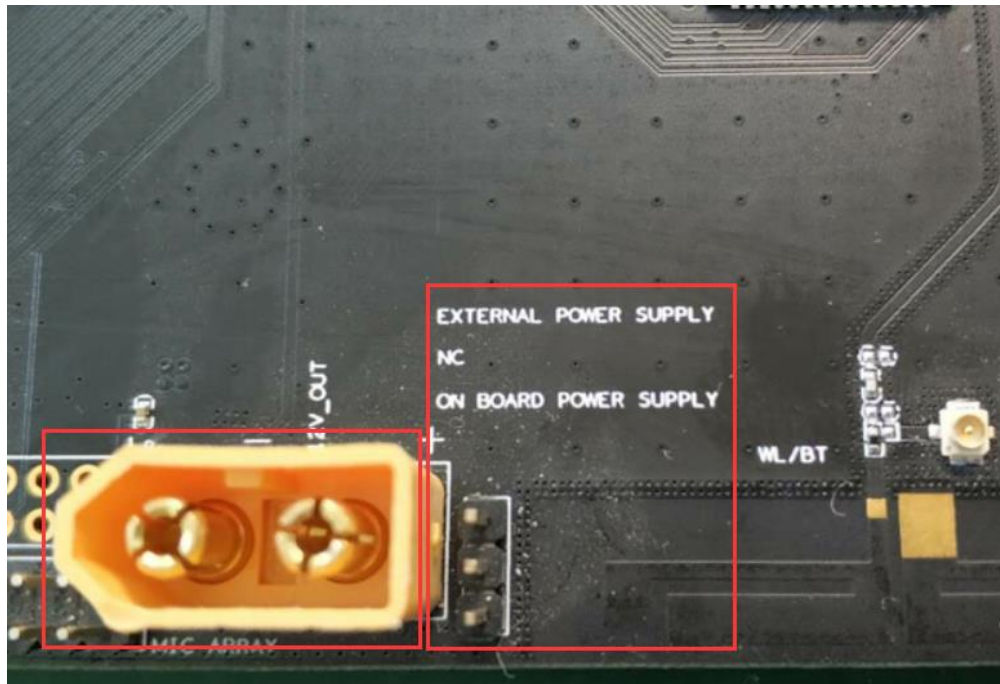


Figure 3-26 跳帽选择

3.23 MIPI Camera

挖掘机支持外接 MIPI Camera 扩展板，进行项目的前期评估。我司有对应的扩展板，摄像头型号为 ov13850，提供用户使用。

挖掘机底板上接口如下，扩展板可接到 MIPI_RX 也可以接到 MIPI_TX/RX 上，软件驱动对应匹配即可（驱动默认配置为 MIPI_RX 通道）。

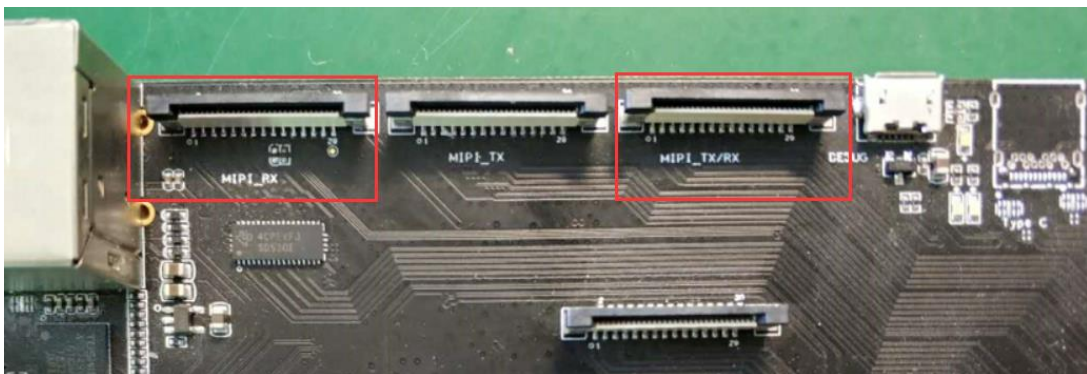


Figure 3-27 MIPI_RX 和 MIPI_TX/RX

转接板设计了 OV4689 和 OV13850 两种摄像头，主要关注摄像头接口位置和跟挖掘机连接的接口位置，转接板与挖掘机通过 30PIN 间距 0.5mm 的 FPC 线对连。具体接口对应如下：

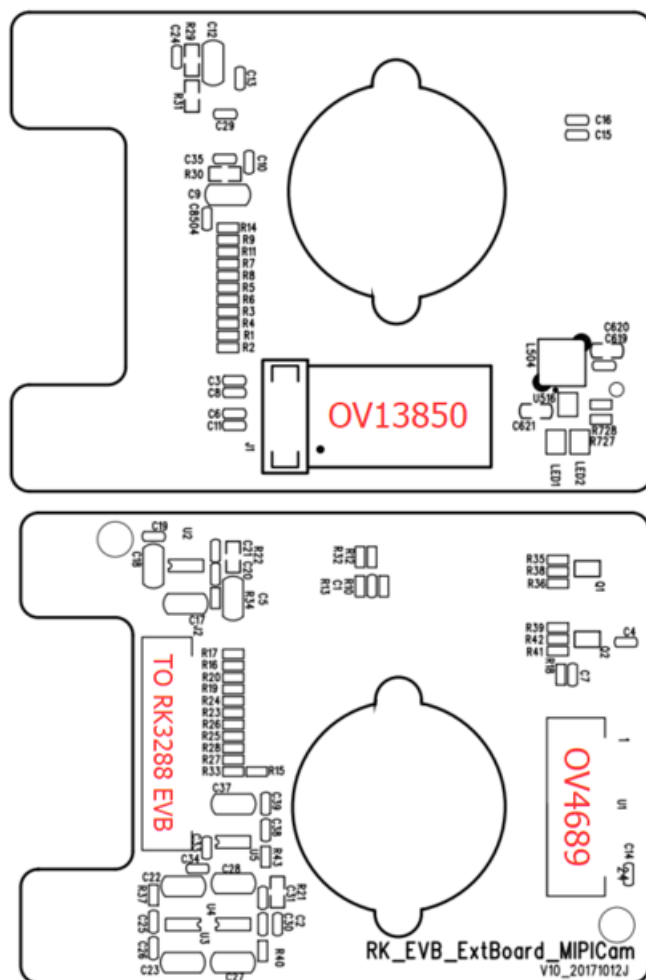


Figure 3-28 摄像头转接板接口

摄像头扩展板与挖掘机连接方式：

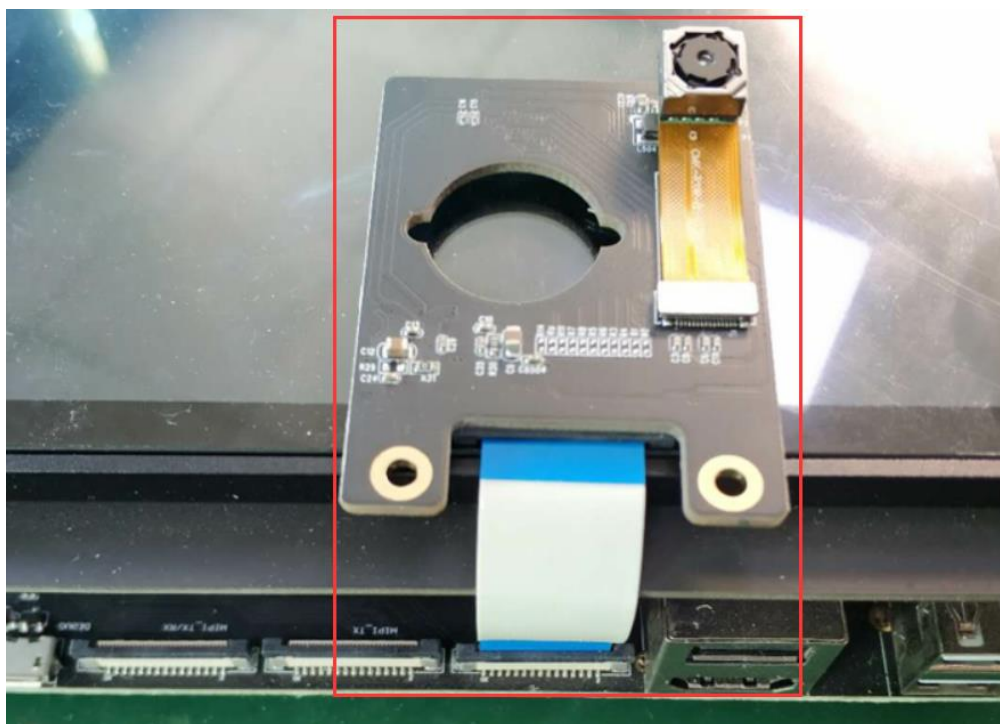


Figure 3-29 摄像头连接示意图

MIPI_RX 连接座依据丝印信息 1、2、29、30 对应信号如下：

| | | |
|----|-------------------|-----------------|
| 1 | GND | |
| 2 | | MIPI_RX0_D3N |
| 3 | MIPI_RX0_D3P | |
| 4 | | GND |
| 5 | MIPI_RX0_D2N | |
| 6 | | MIPI_RX0_D2P |
| 7 | GND | |
| 8 | | MIPI_RX0_CLKN |
| 9 | MIPI_RX0_CLKP | |
| 10 | | GND |
| 11 | MIPI_RX0_D1N | |
| 12 | | MIPI_RX0_D1P |
| 13 | GND | |
| 14 | | MIPI_RX0_D0N |
| 15 | MIPI_RX0_D0P | |
| 16 | | GND |
| 17 | NC | |
| 18 | | MIPI_MCLK |
| 19 | VCC3V3_S3 | |
| 20 | | LCD_RST_H |
| 21 | ISP_PRELIGHT_TRIG | |
| 22 | | ISP_FLASHTIGOUT |
| 23 | I2C_SCL_CAM | |
| 24 | | ISC_SDA_CAM |
| 25 | DVP_PDNO_H | |
| 26 | | LECD_EN_H |
| 27 | NC | |
| 28 | | VCC5V0_SYS |
| 29 | VCC5V0_SYS | |
| 30 | | VCC5V0_SYS |

Table 3-9 MIPI RX 信号定义图

摄像头模组规格：

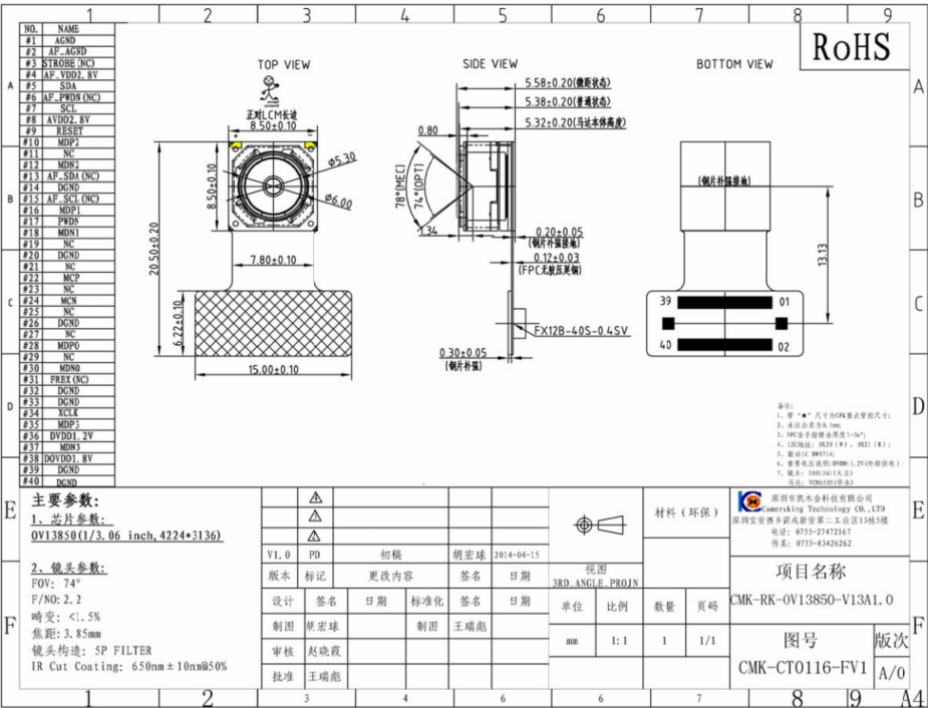


Figure 3-30 摄像头资料说明

| OV13850 MIPI_RX Signals | | | |
|-------------------------|--------------|----|-----------|
| 1 | AGND | 21 | NC |
| 2 | AF_AGND | 22 | MCP |
| 3 | STROBE (NC) | 23 | NC |
| 4 | AF_VDD2.8V | 24 | MCN |
| 5 | SDA | 25 | NC |
| 6 | AF_PWDN (NC) | 26 | DGND |
| 7 | SCL | 27 | NC |
| 8 | AVDD2.8V | 28 | MDPO |
| 9 | RESET | 29 | NC |
| 10 | MDP2 | 30 | MDNO |
| 11 | NC | 31 | FRBX (NC) |
| 12 | MDN2 | 32 | DGND |
| 13 | AF_SDA (NC) | 33 | DGND |
| 14 | DGND | 34 | XCLK |
| 15 | AF_SCL (NC) | 35 | MDP3 |
| 16 | MDP1 | 36 | DVDD1.2V |
| 17 | PWDN | 37 | MDN3 |
| 18 | MDN1 | 38 | DOVDD1.8V |
| 19 | NC | 39 | DGND |
| 20 | DGND | 40 | DGND |

Table 3-10 OV13850 摄像头管脚定义

4 注意事项

4.1 注意事项

RK3399 挖掘机适用于实验室或者工程开发环境，在开始操作之前，请先阅读以下注意事项：

- ✧ 任何情况下都不可以对开发板的电源板、屏幕接口及扩展板进行热插拔操作。
- ✧ 在拆封开发板包装和安装之前，为避免静电释放（ESD）对开发板硬件造成损伤，请采取必要的防静电措施。
- ✧ 手持开发板时请拿开发板的边沿，不要触碰到开发板上的外露金属部分，以免静电对开发板元器件造成损坏。
- ✧ 请将开发板放置于干燥的平面上，以保证它们远离热源、电磁干扰源与辐射源、电磁辐射敏感设备（如：医疗设备）等。